



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

**OPTIMALIZACE VÝROBNÍHO PROCESU V ZÁMECKÉM
VINAŘSTVÍ**

OPTIMIZATION OF THE PRODUCTION PROCESS IN CHATEAU WINERY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Vladimír Bičan

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.

BRNO 2021

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav managementu
Student: **Vladimír Bičan**
Studijní program: Procesní management
Studijní obor: bez specializace
Vedoucí práce: **Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.**
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Optimalizace výrobního procesu v zámeckém vinařství

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu procesu výroby vína
Optimalizace výrobního procesu na lahvovací lince
Přínos návrhů řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Návrh optimalizace lahvovací linky, které povede zeštíhlení výroby. Návrh by měl vycházet z analýzy výrobního procesu na lahvovací lince a poznatků v teoretické části. Návrhová část by měla obsahovat vlastní návrh zlepšení lahvovací linky včetně zhodnocení návrhu.

Základní literární prameny:

BANKS, Jerry. Discrete-event system simulation. 4th ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2005, xvi, 608 s. ISBN 0-13-144679-7.

JUROVÁ, Marie. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016, 254 s. ISBN 978-80-247-5717-9.

MAŘÍK, Vladimír. Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku. Praha: Management Press, 2016, 262 s. ISBN 978-80-7261-440-0.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. Praha: Grada, 2014, 366 s. ISBN 978-80-247-4486-5.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně dne 28.2.2021

L. S.

doc. Ing. Robert Zich, Ph.D.
ředitel

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá optimalizací procesů lahvovací linky ve vinařství. Pro řešení bakalářské práce je využita prediktivní simulace lahvovací linky. Pomocí digitálního dvojčete budou navržena opatření, která povedou ke zvýšení produktivity výroby a k racionálnímu využití strojů.

Abstract

The bachelor's thesis deals with the optimization of bottling line processes in viticulture. Predictive simulation of a bottling line is used to solve the bachelor's thesis. With the help of the digital twin, measures will be proposed that will lead to increased production productivity and the rational use of machines.

Klíčová slova

Optimalizace výrobního procesu, digitální dvojče výrobního procesu, simulace procesu, štíhlá výroba, proces výroby

Key words

Production process optimization, production digital twin, process simulation, lean manufacturing, production process

Bibliografická citace

BIČAN, Vladimír. Optimalizace výrobního procesu v zámeckém vinařství [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-05-14]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/135034>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce Zdeňka Videcká.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 15. května 2021

.....

podpis autora

Poděkování

Rád bych poděkoval paní Ing. Zdeňce Videcké, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce, její cenné rady a za čas, který mi věnovala. Dále bych chtěl poděkovat panu řediteli společnosti Zámecké vinařství Bzenec s.r.o. Ing. Bořku Svobodovi za možnost zpracování bakalářské práce právě v této firmě.

OBSAH

Úvod.....	1
Cíle a vymezení bakalářské práce.....	2
1. Teoretická část	3
1.1. Proces	3
1.1.1. Popis procesu	5
1.1.2. Řízení procesů.....	6
1.1.3. Zlepšování procesů	7
1.2. Plýtvání a úspora	7
1.3. Normy výkonu výrobní linky.....	10
1.3.1. Doba výroby	11
1.4. Tvorba počítačového modelu.....	12
1.4.1. Metodika simulačního projektu	12
1.5. Co to je digitální dvojče	17
1.5.1. Typy digitálních dvojčat	18
1.5.2. Praktické využití digitálního dvojčete	18
1.5.3. Využití robotů	19
2. Analytická část.....	21
2.1. Výrobní program.....	21
2.2. Proces výroby vína	24
2.3. Procesy na lahvovací lince	25
2.3.1. Výrobní portfolium	25
2.3.2. Pracoviště na lahvovací lince.....	26
2.3.3. Výrobní postup na lahvovací lince	27
2.3.4. Layout lahvovací linky	28
2.3.5. Druhy výrobků na lahvovací lince.....	28

2.4.	Sběr dat.....	29
2.5.	Časový snímek	31
2.5.1.	Celková týdenní produktivita.....	33
2.6.	Příčiny nízkého využití výrobní linky	33
2.6.1.	Změna sortimentu	34
2.6.2.	Archivace vín.....	34
2.6.3.	Kartony	34
3.	Návrhová část	36
3.1.	Tvorba optimalizačního modelu	36
3.1.1.	Sběr dat z lahvovací linky.....	36
3.1.2.	Tvorba konceptu počítačového modelu lahvovací linky	37
3.1.3.	Tvorba počítačového modelu.....	39
3.1.4.	Ověření modelu s reálným provozem linky.....	41
3.2.	Návrhy řešení problému	42
3.3.	Experimenty s modelem.....	43
3.3.1.	Simulace procesu	44
3.3.2.	Opakování simulace.....	47
3.4.	Návrh na zlepšení	49
3.4.1.	Shrnutí doporučení pro zvýšení produktivity výrobní linky.....	49
3.5.	Zhodnocení návrhu.....	51
4.	Závěr	52
	Seznam použitých zdrojů.....	53
	Seznam obrázků	55
	Seznam tabulek.....	56
	Přílohy.....	57

Úvod

Bakalářská práce je zaměřena na optimalizaci výrobního procesu lahvovací linky ve společnosti zabývající se výrobou vína

S ohledem na principy štlhlé výroby a minimalizace výrobních nákladů bylo nutné zjistit, kde a v jaké míře se nejvíce plýtvá časem a kde vznikají zbytečné prostoje během procesu lahvování. Následně je nutné analyzovat, jaké jsou příčiny toho, že se stroje zastavují a produkce, či využití výrobní linky není tak vysoké, jak by mohlo být.

Ke zjištění maximální produktivity slouží digitální model lahvovací linky, tzv. digitální dvojče, které bylo vytvořeno v programu Witness Horizon. V modelu se dají nasimulovat různé situace, např. zdržení linky v náhodné době a v náhodné délce. Samotným vstupem pro simulaci je změření délky zpracování výrobku na jednotlivých strojích, následuje sestavení reálné podoby lahvovací linky, zadání vstupních parametrů, nastavení pravděpodobnosti poruchy v daný moment. Cílem je zjištění, který stroj tvoří nejslabší článek celého výrobního procesu.

Tuto bakalářskou práci jsem rozdělil do dvou částí. V první části se zabývám teorií týkající se procesů, výroby, digitalizace výroby, tvorby digitálních dvojčat a principem štlhlé výroby. Druhá část se týká analýzy a návrhů bakalářské práce. Zde budu popisovat, jakým způsobem probíhalo zjištění problémů, které se na lince odehrávají, a popíšu jakým způsobem se dá zvýšit produktivita.

Pomocí simulace procesu a po provedení jeho optimalizace bakalářská práce uvede doporučení pro zvýšení produktivity a návrhy pro zvýšení využití výrobní linky.

V současné době je nutné se zabývat otázkou co nejvyšší produktivity výrobního procesu s co nejnižšími náklady s ohledem na kvalitu výsledného produktu. Náklady vynaložené zbytečně přináší nenahraditelnou finanční ztrátu a při nízkém využití výrobních kapacit rostou náklady na výsledný produkt. Optimalizace výrobního procesu prováděná v této práci se zaměřuje hlavně na co nejvyšší racionální využití výrobní kapacity s ohledem na možnosti, které stroje v současné podobě nabízejí. Náklady na úpravu procesu by měly dosahovat minimální hodnoty, a naopak by se měly snížit výrobní náklady.

Cíle a vymezení bakalářské práce

Zámecké vinařství se potýká s výrobními problémy, kdy dochází ke značnému zdržení během výroby a nedochází k plnému využívání výrobního potenciálu strojů. Vymezení problému pro zpracování této práce je najít přesné příčiny a důvody, proč dochází ke zdržení během plnění a balení lahví vína na lahvovací lince, z jakých důvodů se jednotlivé stroje v průběhu procesu výroby zastavují a zda všichni zaměstnanci plní přesně a zodpovědně své povinnosti.

Cíl bakalářské práce

Cílem této práce je návrh takového procesu, který povede ke zvýšení produktivity výrobní linky a také k racionálnímu využití strojů. Řešení vychází z analýzy, která zohledňuje zjištěné problémy a jejich příčiny, jež ovlivňují plynulost chodu lahvovací linky. Optimalizace procesu a snížení výskytu problémů, které se v průběhu procesu výroby vyskytují, by mělo v konečném důsledku přinést snížení výrobních nákladů.

Pro návrh optimalizace výrobního procesu je využito principů štihlé výroby a metody prediktivní simulace, která dokáže simulovat očekávané výsledky optimalizovaného procesu.

1. Teoretická část

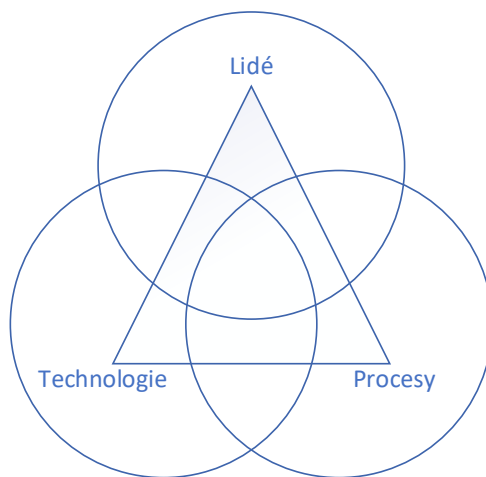
Teoretická část bakalářské práce se zabývá tématy týkající se procesů ve výrobě, jejich optimalizací, metody simulace a tvorbou digitálního dvojčete. Také je nutné se zabývat samotným tématem štihlé výroby. Dodržování pravidel Lean přinese snížení nákladů na výrobu a vnáší do společnosti řád pro dodržování nastavených pravidel pro zmíněnou minimalizaci nákladů.

1.1.Proces

Proces je souhrn konkrétních činností, úkolů a prací, které při jejich důsledném dodržování vedou k dosažení cíleného výsledku. Důležité je procesy co nejvíce a nejpodrobněji popisovat a zaznamenávat. Každý z procesu má své vstupy, které se pomocí daných úkolů a prací mění na výstupy. Jedná se například o přeměnu vstupního surového materiálu na hotové výrobky nebo o služby.

Pro zabezpečení fungování celé společnosti, je zapotřebí aby na sebe jednotlivé procesy navazovaly a bylo zabezpečeno jejich důsledné dodržování. Zanedbání, popřípadě přeskočení jednoho z procesů může mít negativní dopad na výsledný produkt a jeho celkovou kvalitu.

Nezbytné je propojení procesů s technologiemi a zaměstnanci. Pro zajištění bezproblémového, kvalitního a spolehlivého fungování podniku je důležitá komunikace. Pokud mezi sebou jednotlivé útvary v podniku nekomunikují, může docházet k informačnímu šumu a zbytečným chybám v průběhu procesu.



Obrázek 1: *Trojimperativ úspěšnosti organizace* (vlastní zpracování, zdroj: M. Jurová a kol., 2016, s.67)

V každém podniku existují tři skupiny procesů. Některé z nich jsou důležitější, některé méně, ale jeden bez druhého by nefungoval a tím pádem by nebylo zabezpečené bezproblémové fungování podniku. Jedná se o tyto skupiny procesů:

Hlavní procesy: Někdy jsou označovány jako klíčové. Jsou to procesy, které tvoří výstupy. Jedná se například o výrobní procesy. Jsou nejdůležitější pro zisk organizace.

Řídící procesy: V tomto případě se jedná o manažerské procesy. Nepřinášejí do společnosti zisk, ale zajišťují fungování a stabilitu organizace. Jak je známo, manažeři řídí a organizují, rozhodují o řešení problému a díky tomu jsou schopni vytvářet podmínky pro fungování všech zbylých procesů.

Podpůrné procesy: Tyto procesy zajišťují chod hlavních procesů, dodávají například vstupy, zdroje a podobně. Pokud podnik nemá finance, případně kapacity na zajištění podpůrných procesů, mohou být tyto procesy outsourcovány. Může to být například účetnictví, případně úklidové služby.

(Jurová M. a kol., 2016, s. 66-67)

Každý z procesu má své atributy, kterými se proces stává jedinečný a je těmito atributy charakterizován. Slovem atribut rozumíme vlastnost, popřípadě charakteristický rozlišovací rys. Pomocí jednotlivých atributů lze získat informaci o procesu. Může to být: cíl procesu – čeho má být dosaženo, ukazatel výkonnosti, vlastník procesu, ve zkratce celkové informace, které slouží k celkové analýze procesu. Dle normy ISO 9000:2001 jsou atributy pro procesy následující:

- je opakovatelný
- má svého zákazníka
- má svého vlastníka a správce
- má svůj ocenitelný výstup
- má měřitelné parametry
- má jasné hranice
- má návaznosti na jiné procesy
- má své omezení – vstupy a zdroje

(Jurová M. a kol., 2016, s. 67-68)

1.1.1. Popis procesu

Při popisu procesu je velmi důležité zachytit daný proces co nejpodrobněji a popsat ho tak, aby bylo zřejmé, které činnosti po sobě následují. Pro zachycení popisu procesu se používají vývojové diagramy, popisné soubory, simulační programy, statistické a analytické nástroje. Při zaznamenávání procesu jsou jedním ze základních pojmů činnost, úkol nebo aktivita.

„Popisování procesu je činností, při níž shromažďujeme a zaznamenáváme informace o sledech pracovních činností a jejich vzájemných vztazích, výkonných procesních rolích, podpůrných systémech procesu a nástrojích, časových, výkonnostních a kvalitativních parametrech, které má proces plnit.“

(Svozilová, 2011, s. 14)

Smyslem a cílem mapování procesu je zachycení průběhu transformace vstupu na výstup. Výstupem procesu je hmotný produkt, služba, nehmotný produkt či jiný výstup transformace. Vytvořený výsledný produkt by měl splňovat určitá kritéria týkající se kvality a vzhledu, a to z důvodu jeho následného prodeje. Každý produkt by měl mít svého koncového kupce, v případě služby svého zákazníka.

Jelikož je málo procesů, které by existovaly bez lidského faktoru, je třeba si uvědomit, že za každým procesem stojí člověk. Plně automatizovaný proces nepotřebuje pro transformaci vstupu na výstup člověka, ale za vznikem daného procesu stojí právě fyzická osoba. Procesy musí být dále inovovány, zabezpečovány a obsluhovány.

(Svozilová, 2011, s. 15-16)

Níže jsou popsány jednotlivé role osob nebo objektů zapojených do procesu. Pro správné fungování je každý zmíněný člen důležitý.

Zákazník je fyzická osoba nebo firma, která pocítuje potřebu, má přání nebo požadavek a k uspokojení potřeby mu poslouží právě produkt vytvořený daným procesem. Produkt tvoří pro zákazníka určitou službu nebo představuje hodnotu se kterou se následně ztotožňuje. Za produkt je zákazník ochoten zaplatit.

Dodavatel je osoba nebo firma, která dodává vstupy potřebné pro proces. Vstupy jsou buďto hmotné nebo nehmotné. Vstupy jsou následně přeměněny na produkt, který zákazník očekává.

Podnik, provozovatel, vlastníci podniku jsou subjekty, které vlastní zdroje, které jsou během procesu potřebné pro přeměnu vstupů na výstupy. Vlastníci zdrojů mají hlavní zájem na tom, aby bylo se zdroji nakládáno co nejefektivněji a aby výsledná kvalita produktu odpovídala tomu, co zákazník požaduje.

Manažer je role člověka, který přímo řídí proces a je osobní odpovědností vázán k výkonovým nebo kvalitativním výsledkům.

Operátor je osoba, která se procesu účastní, ale ovlivňuje pouze výkonovou nebo kvalitativní stránku výsledného produktu.

(Svozilová, 2011, s. 17-18)

1.1.2. Řízení procesů

Řízení procesů je pojem, který chápe řízení jako činnost, která slouží ke korigování a usměrňování procesních toků, vyhodnocování kvality a výkonnosti a zkoumá, zda bylo nebo nebylo dosaženo požadovaného denního plánu. Také se zabývá optimalizací procesu jako celku. Vzhledem k technologickému a technickému pokroku se k řízení procesu ve větší míře používají počítače a počítačové programy. Programy využívané k automatizaci generují velké množství dat. Tato data jsou dále analyzována a využívána pro zlepšení daného procesu.

(Svozilová, 2011, s. 18)

V odborné literatuře je činnost řízení procesu charakterizována následným způsobem.

„Řízení procesu je činnost, která využívá znalostí, schopností, metod, nástrojů a systémů k tomu, aby identifikovala, popisovala, měřila, řídila, hodnotila a zlepšovala procesy se záměrem efektivního pokrytí potřeb zákazníka procesu.“

(Svozilová, 2011, s. 18)

1.1.3. Zlepšování procesů

Pojem zlepšování procesu souvisí s jeho řízením. Rozdíl mezi pojmem zlepšování a řízení je v tom, že u zlepšování procesu nás zajímá plynulý chod, produktivita a výsledná kvalita procesu. Při zlepšování podnikových procesů se vychází ze znalosti současného stavu procesu, tak jak je zachycený v příslušné technické dokumentaci.

„Zlepšování podnikových procesů je činností zaměřenou na postupné zvyšování kvality, produktivity nebo doby zpracování podnikového procesu prostřednictvím eliminace neproduktivních činností a nákladů.“

(Svozilová, 2011, s. 19)

1.2. Plýtvání a úspora

V současné době se pro řízení podniku a úspory nákladů využívají osvědčené metody řízení vynalezené různými průmyslovými podniky po celém světě. Jedním z nejznámějších je metodika Lean vyvinuta společností Toyota.

Metodiku Lean lze vykládat několika způsoby, jedním z nich je níže zmíněná citace.

„Lean je sdružením principů a metod, jež se zaměřují na identifikaci a eliminaci činností, které nepřinášejí žádnou hodnotu při vytváření výrobků nebo služeb, jenž mají sloužit zákazníkům procesu.“

(Svozilová, 2011, s. 32)

Metodologie Lean spočívá v neustálém zlepšování podnikových procesů. Tyto procesy se netýkají pouze výroby, ale byly přeneseny i do oblasti služeb a administrativy.

Zlepšování procesu se odehrává v malých, avšak smysluplných krocích. Kroky při

zlepšování by měly být jednoduché, přímočaré a měly by využívat „selského“ rozumu, tak aby změny bylo dosaženo co nejjednodušeji a nejefektivněji. Zlepšování neprobíhá najednou, ale v cyklických krocích, které dokážou případný neúspěšný pokus vrátit zpět s minimální ztrátou. Metodologie je využívána zejména tam, kde je cílem dosáhnout vyšší produktivity, vyšší výkonosti procesu a nižších nákladů.

(Svozilová, 2011, s. 32-33)

Vysoké náklady a zbytečně prodlouženou dobu výroby popisuje níže uvedených 7 základních ztrát. Při eliminaci těchto příčin podnik docílí úspory jak v oblasti nákladů, tak v oblasti práce. Příčiny jsou uvedeny v tabulce č.1.

Tabulka 1: *Sedm druhů ztrát* (2016, Jurová M. a kol., s. 88)

Typ plýtvání	Příklad
Nadprodukce	Příliš časté dodávky, velká množství
Nadbytečné zásoby	Hromadění zásob ve skladech, vytváření krátkodobých skladů, velké výrobní dávky
Defekty	Opravy a zmetky
Zbytečná manipulace	Podávání, ohýbání, přenášení, otáčení
Špatné zpracování	Nepožadované množství, nepožadovaná úroveň kvality
Čekání (prostoje)	Čekání na materiál, čekání v úzkých místech výroby, prostoje, počítání dílů, prostoje strojů
Transport	Přeprava všech materiálů a dílů, složitá přeprava

Plýtvání způsobené nadprodukcí

Tento druh plýtvání je způsobený výrobou většího množství výrobků, než je ve skutečnosti poptáváno zákazníkem. Větší množství výroby může být způsobeno snahou o dosažení vyšší produktivity, ale za cenu zvýšení skladovacích nákladů. Další příčinou může být snaha o předcházení náhlé zmetkovitosti. V momentě, kdy výrobní proces má nižší zmetkovitost, se vyrábí více výrobků a umisťují se do skladu.

Plýtvání způsobené nadbytečnými zásobami

Plýtvání tohoto typu vzniká při uskladňování nedokončených výrobků, náhradních dílů a materiálu. Veškeré zmíněné položky zabírají místo ve skladu a vyvolávají a představují zvýšené náklady na pracovníky, stroje a energie.

Plýtvání způsobené defekty

Tento druh plýtvání je způsobený výrobou nekvalitních a rozdílných výrobků. Rozdílné výrobky jsou ty, které nesplňují dané normy a standardy. Označují se jako zmetky. Jejich přepracování nebo výroba nových kusů stojí peníze navíc a vyžaduje další práci dělníků.

Plýtvání způsobené zbytečnými pohyby

Žádný pohyb dělníka navíc nepřináší zisk, naopak dochází k prodloužení doby zpracování a mnohdy k vyššímu fyzickému zatížení pracovníka. Zde je důležité uspořádání a organizace pracoviště.

Plýtvání způsobené špatným zpracováním

Plýtvání je možné identifikovat v technologickém popisu výroby. Jedná se o nedostatky, které vznikají při výrobě daného výrobku. Plýtvání v této oblasti je možné odstranit pouhým použitím selského rozumu. Zde platí pravidlo, že jednoduchý nápad bývá ten nejlepší.

Plýtvání způsobené prostoji (čekáním)

K typu tohoto plýtvání dochází kdykoliv, když se na něco čeká. Může se jednat o poruchu stroje, čekání na materiál, čekání na dopravu apod. Příčinou může být zbytečná byrokracie a čekání na potvrzení od vedoucích pracovníků.

Plýtvání v oblasti dopravy

V tomto případě se nejedná pouze o dopravu materiálu a odvoz hotových výrobků. Jedná se také o přepravu polotovarů v areálu výrobního podniku pomocí vysokozdvizných vozíků, paletových vozíků, pásových dopravníků apod. V některých případech lze převoz eliminovat, ale není to vždy možné.

(Jurová M. a kol., 2016, s. 88-89)

1.3. Normy výkonu výrobní linky

Pro každou výrobní linku, případně jakoukoliv firmu, která se zabývá výrobou je důležité, aby produktivita byla co nejvyšší. Výrobní linka je ovšem omezena svou kapacitou. Pojem kapacita označuje schopnost vyrobit určitý počet výrobků za danou časovou jednotku v určitých podmínkách. Kapacitní normy se dají dělit podle vstupních a výstupních hodnot. V případě měření množství na vstupu se jedná o kapacitní množství zpracovávané suroviny, ve druhém případě se jedná o počet vyrobených výrobků. Pro zpracování kapacitní normy vychází údaje z časového fondu práce:

Kalendářní (počet dnů v období)

Nominální (počet pracovních dnů)

Využitelný / efektivní (nominální minus opravy, údržba, dovolená)

Na základě těchto údajů jsou poté zpracovány kapacitní normy. Tyto normy se dělí na:

-Norma využitelného časového fondu - je vyjádřena v časových jednotkách jako velikost využitelného časového fondu.

-Norma výkonnosti (výrobnosti) – je vyjádřena v jednotkách výkonu (výroby), jedná se o reálný objem výkonů za jednotku času.

-Norma celkové kapacity – představuje reálnou normu výkonnosti v rámci časového fondu, který se dá využít.

Při stanovení produktivity je důležité znát, jak dlouho daná práce trvá. Z tohoto důvodu čas, který je stráven zaměstnancem na lince, třídí do dvou skupin:

Čas normovaný:

- Čas práce
- Čas obecně nutných přestávek (oddech, fyziologické potřeby zaměstnanců)
- Čas podmíněně nutných přestávek (čas vyvolaný nedostatky ve stávající organizaci práce, organizace logistiky apod, který nelze v daných podmínkách odstranit)

Čas nenormovaný:

- Ztráty způsobené zaměstnancem
- Ztráty způsobené technicko-organizačními nedostatky
- Ztráty způsobené vyšší mocí

(Tomek, 2014, s. 137-140)

1.3.1. Doba výroby

Výroba je proces, pro který je jedním z atributů čas. S každým výrobkem se pojí doba, za kterou se vyrobí. Pojem průběžná doba výrobku představuje celý cyklus výroby včetně vývoje, ověřovací fáze výrobku, přes vlastní výrobu až po finální expedici. Naopak pojem doba výroby označuje pouze samotnou dobu výroby. Jedná se tedy o čas, který začíná první operací na stroji a končí v momentě, kdy je výrobek předán do skladu hotových výrobků. Průběžná doba výroby představuje seskupení několika typů časů, které po sečtení dávají celkovou dobu výroby. Jedná se o časy spojené se samotnou výrobou, tak o časy, které jsou potřebné k nastavení a seřízení pracovišť.

Technologické časy – čas kusový, jedná se o tyto operace:

- Ruční operace
- Strojní operace
- Strojně – ruční operace
- Automatické práce
- Přírodní (biochemické) operace

Netechnologické časy – čas přípravy a zakončení

- Příprava pracoviště
- Seřízení stroje
- Přepravní operace
- Technologická manipulace
- Nakládání, skladování
- Kontrola jakosti

Důvodů a příčin, proč je práce přerušena je několik. Mohou být vyvolány organizací práce, kde záleží na režimu dne, synchronizaci dodávek materiálu apod. Další důvod přerušení provozu může být vyvolán stavem technického zařízení a poruchami strojů. Zdržení může způsobit i samotný zaměstnanec.

(Tomek, 2014, s. 157-158)

1.4. Tvorba počítačového modelu

Pro vytvoření počítačového modelu virtuální linky je zapotřebí nejprve dobře poznat, jak celý proces funguje. Dále je nutné znát prostředí, ve kterém se daný proces odehrává a znát souvislosti průběhu procesu. Pro vytvoření modelu digitálního dvojčete je důležité znát metodiku, kterou se simulování řídí. Je třeba vytvořit koncept a s jeho pomocí poté vytvořit finální digitální podobu modelu. Vysvětlení pojmu a význam digitálního dvojčete je uvedeno podkapitole 1.5.

1.4.1. Metodika simulačního projektu

„Simulace je zobrazení plánovaného nebo reálného systému s jeho dynamickými procesy prostřednictvím modelu. Prostřednictvím experimentování se simulačním modelem se snažíme získat poznatky, které je možné uplatnit ve výrobě.“

(Varjan, 2012, s. 7)

Pro vytvoření digitálního modelu a zajištění funkčnosti je potřebné dodržovat jednotlivé kroky metodiky. Pomocí těchto kroků se dosáhne úspěšného zlepšení daného procesu.

V praxi najdeme využití simulace a simulačních programů například u optimalizace výrobních systémů, u kterých chceme zkrátit výrobní čas, minimalizovat náklady, zvýšit produktivitu či připravit nové projekty.

(Varjan, 2012, s. 9)

Kroky pro zpracování modelu dle metodiky simulace, kterou sepsal J.Banks jsou uvedeny níže. Při dodržení těchto kroků dosáhneme úspěšného implementování optimalizace procesu.

Formulace problému

Každá optimalizace procesu má svůj důvod. Pro optimalizaci, případně každý nový projekt, který povede ke změnám je nutné pevně stanovit problém. Problém, kterého se optimalizace týká musí být stanovený tak, aby bylo všem účastníkům procesu jasné, o co se jedná.

Stanovení cílů a plánu projektu

Cíle jasně definují otázky, které by měly být v simulaci zodpovězeny. V tomto kroku bychom si měli být jistí, že simulace je vhodným prostředkem pro řešení daného problému a dokáže nám dosáhnout cílů, které jsme si dali. V případě, že simulace je vhodným prostředkem, následuje volba několik systémů, které použijeme. Vybrané systémy jsou zhodnoceny a porovnány jejich efektivita, náklady, kolik lidí se do projektu zapojí a určí se jaké výsledky od nich očekáváme.

Koncept modelu

Konstrukce konceptu modelu je stejnou mírou umění a vědy. Není možné určit jedno správné řešení, které by definovalo, jak přesně má koncept modelu vypadat. Existuje však několik základních pravidel nebo principů, podle kterých by se mělo postupovat. Je doporučeno začít jednoduchým modelem, který se postupně obohacuje a rozvíjí. Důležité je, že model nemusí být složitý, stačí, aby přesně vystihl to, čeho se daný řešený problém týká.

Sběr dat

Zde je propojení mezi tvorbou modelu a sběrem potřebných dat. Se změnou složitosti modelu se mění i náročnost a objem sbíraných dat. Sběr dat pro vytvoření modelu je nutné zahájit co nejdříve, obvykle společně s počátečními fázemi vytváření modelu.

Tvorba počítačového modelu

Většina systémů a modelů pracuje s velkým množstvím dat a informací. Tyto informace jsou zadávány do počítačových programů, které jsou schopny data zpracovat a ukázat uživatelům finální podobu toho, co nás zajímá. Existuje mnoho softwarů, které se dají pro simulaci použít. Pro tuto bakalářskou práci je využit software WITNESS™.

Ověření

Ověření neboli verifikace, se týká toho, zdali daný model funguje přesně tak jak má, je logicky uspořádaný a ukazuje veškeré důležité informace.

Schválení

Po ověření funkčnosti modelu je nutné se přesvědčit, zda model ukazuje skutečnost. Je třeba model porovnat s návazností dalších procesů a tím si skutečnost ověřit. Tento proces se označuje jako validace.

Zkušební návrh

V tomto bodě se stanovují varianty a alternativy současného procesu nebo systému, které se budou prověřovat. Stanoví se nejlepší varianta a učiní se rozhodnutí týkající se délky inicializační doby, délky a počtu simulačních běhů.

Produkční chod a analýza

Spustí se simulace a po dokončení se návrhy analyzují. Výsledkem analýzy je návrh, který se pro optimalizaci jeví jako nejvhodnější.

Opakování simulace

Vzhledem k analýze běhů, které byly dokončeny, se určí, zdali je nutné experimenty opakovat, případně je pozměnit.

Dokumentace a reporty

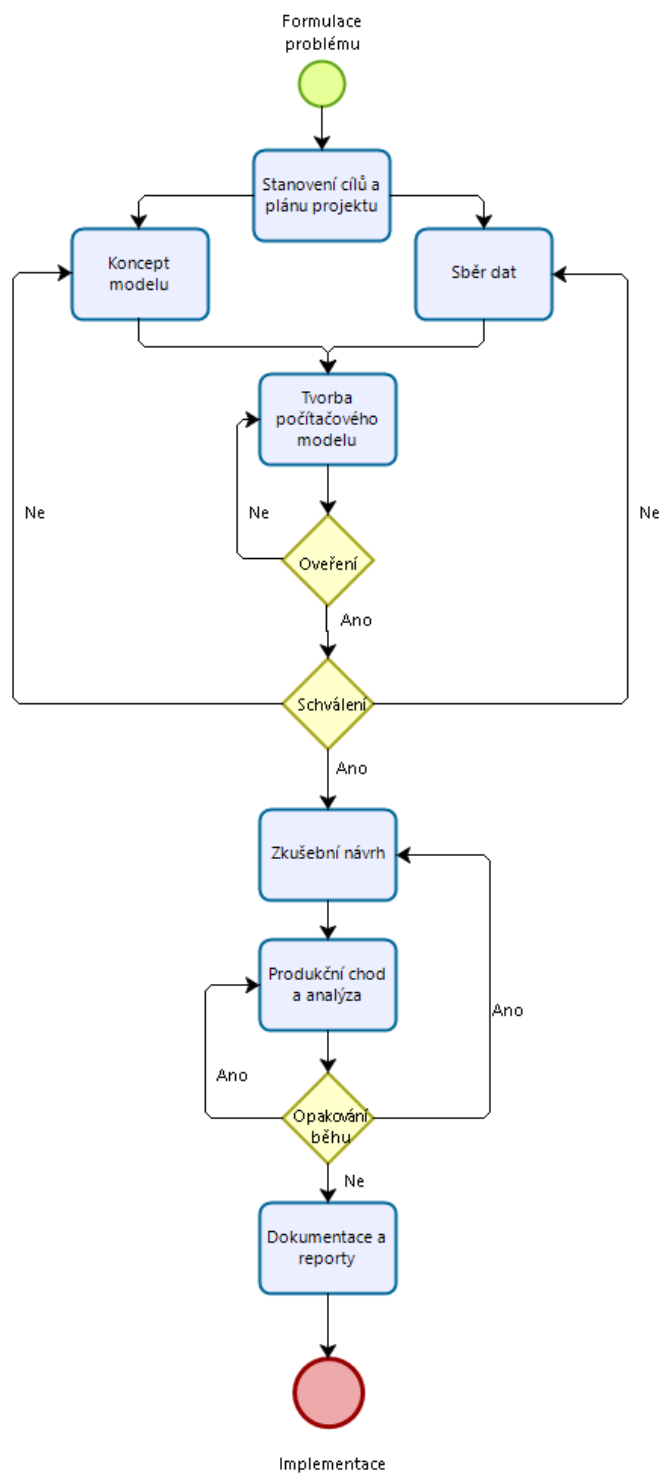
Dokumentování a reportování má hned několik důvodů. Dokumentace musí být zaznamenána tak, aby v případě, že s již vytvořeným modelem budeme pracovat později, bude brán jako důvěryhodný. Dalším důvodem pro dokumentaci programu je, aby uživatelé modelu mohli libovolně měnit vstupní parametry a mohli pochopit jejich vzájemné vztahy. Nicméně díky tomuto můžeme objevit vstup, který dokáže ovlivnit celkový výkon optimalizovaného procesu. Reporty a dokumentace by měla být předána všem zúčastněným osobám, které jsou do optimalizace zapojeny. Pokud jsou data zpracovány správně, mělo by učiněné rozhodnutí vést k vyřešení problému, který byl definován na začátku.

Implementace

Úspěch implementace závisí na tom, jak pečlivě a jak se nám povedlo zpracovat předchozí uvedené kroky. Ve velké míře závisí na tom, jak byl do řešení zapojený koncový uživatel optimalizovaného procesu. Pokud na něj byl brán ohled a byl nápomocen při zpracovávání, lze očekávat úspěšnou implementaci. V opačném případě je možné, že optimalizace nebude tak úspěšná, jak bychom očekávali.

(Banks, 2005, s. 11-16)

Níže nalezneme obrázek č.2, ve kterém je znázorněné, jak by daná simulace měla probíhat přesně krok po kroku.



Obrázek 2: *Diagram metodiky simulace* (vlastní zpracování pomocí softwaru Bizagi, Banks J., 2005, s. 13)

1.5.Co to je digitální dvojče

„Digitální dvojče je virtuální kopie nějaké fyzické věci nebo nějakého procesu (třeba výrobního) nebo určité služby, která využívá cloudová data k průběžnému testování a předpovídání toho, jak se ona věc nebo proces budou chovat.“

Digitální dvojčata: Technologický trend pro nejbližší budoucnost [online]. [cit. 2021-02-23]. Dostupné z: <https://www.csas.cz/cs/firmy/articles/digitalni-dvojcata>

Při tvorbě modelu digitálního dvojčete je zapotřebí příslušného simulačního programu. Do modelu je zakreslena reálná podoba výrobní linky, k jednotlivým elementům jsou přiřazeny doby zpracování výrobku, případné poruchy a doby čekání. Poté je spuštěna simulace a následuje vyhodnocení celého procesu.

Největším průkopníkem v oblasti digitálních dvojčat je americká společnost NASA, která využívá digitální dvojčata pro vzdálené opravy a servis svých zařízení. S problémem diagnostiky a oprav na dálku se potýkají i jiné firmy, které zabezpečují opravy a servis svých strojů. Servis probíhá přes vzdálené připojení ke stroji a následnou diagnostikou je určen problém. Servisní technik se nachází ve firmě, která je vzdálená 500 km od místa, kde se nachází stroj a je schopen vzdáleně provést diagnostiku a problém se strojem vyřešit.

Digitální dvojčata: Technologický trend pro nejbližší budoucnost [online]. [cit. 2021-02-23]. Dostupné z: <https://www.csas.cz/cs/firmy/articles/digitalni-dvojcata>

Při využívání digitálních dvojčat pro různé procesy vzniká velké množství dat. Tato vzniklá data označujeme jako Big Data. Jejich analýza a zpracování slouží k optimalizaci procesu výroby, souvisejících služeb, podpůrných činností a distribuci. Tato Big Data vznikají při sběru dat z různých čidel, která sledují výrobní proces a logistiku ve výrobním závodě, dále vznikají sběrem dat z výrobních strojů. Existují další způsoby a možnosti, jak taková data sbírat. Tato nasbíraná a následně zpracovaná Big Data mají velký význam zejména v oblasti průmyslu při optimalizaci výrobního procesu, při optimalizování způsobu nabízení služeb, při digitální konstrukci a výrobních simulacích.

(Mařík, 2016, s. 51)

1.5.1. Typy digitálních dvojčat

Společnost Siemens rozděluje digitální dvojčata do 3 skupin. Jsou to digitální dvojčata produktu, výroby nebo výkonu. Každé jednotlivé dvojče popisuje jinou věc, ale metodika simulace je stejná. Stejně jsou i experimenty, pouze se týkají jiného odvětví v podniku.

Digitální dvojče produktu

Tento typ digitálního dvojčete nachází uplatnění při ověřování výkonu produktu a zároveň ukazuje reálné použití zkoumaného produktu. Pokud je nalezeno slabé místo, je rychlejší a levnější provedení úpravy produktu ve virtuálním světě, programu, ve kterém byl produkt vytvořen. Předchází se výrobě nového prototypu a vývoj je rychlejší.

Digitální dvojče výroby

Jinak řečeno produkční digitální dvojče se týká procesů ve výrobě. Výroba je naplánována a simulována v počítači dříve, než nastane skutečný proces výroby. Pomocí simulací může podnik vytvořit metodiku, díky které bude výroba efektivní. Výroba se dá poté optimalizovat a lépe řídit například údržba a preventivní servisy strojů.

Výkonné digitální dvojče

Pomocí zpracování dat, která jsou produkována v průběhu procesu výroby nebo v průběhu využívání produktu se následně zlepšují výrobky nebo procesy ve výrobě. Pomocí nasbíraných dat jsou učiněna rozhodnutí, která pomocí digitálního dvojčete výkonu vedou k nejlepšímu rozhodnutí.

Digitální dvojče [online]. [cit. 2021-04-06]. Dostupné z:

<https://www.plm.automation.siemens.com/global/cz/our-story/glossary/digital-twin/24465>

1.5.2. Praktické využití digitálního dvojčete

Digitální dvojčata nachází uplatnění ve všech odděleních v podniku. Jedná se zejména o výrobu, logistiku a obchod. Pomocí digitálních dvojčat můžeme v reálném čase

porovnávat minulost s aktuální situací a můžeme rovnou předvídat budoucí vývoj situace. Dvojčata nachází využití pro vyhodnocování aktuální výkonnosti procesu včetně možnosti testování a analyzování v různých situacích a momentech. Tím se dosáhne úspory času, a hlavně nákladů na optimalizaci buďto procesu anebo finálního výrobku.

Digitální dvojčata dále mají prakticky neomezené možnosti využití. Dají se využít jako simulační nebo řídicí systém. V případě využití dvojčete jako simulačního nástroje, se může vytvořit replika materiálových kroků, dodavatelsko-odběratelského řetězce, případně celé výrobní oddělení podniku. Pokud jsou digitální dvojčata využívána jako řídicí systém, využívají umělé inteligence, kognitivních schopností, adaptabilnosti a ve výsledku dokážou samy řídit zásoby, připravovat a kompletovat objednávky a řídit distribuci zboží.

TOMAN, Pavel. Digitální dvojčata mění plánování [online]. 2019 [cit. 2021-03-17]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-66607370-digitalni-dvojcata-meni-planovani>

1.5.3. Využití robotů

Pokud se jedná o úpravu nebo optimalizaci výrobního procesu, je účelem zvýšení produktivity daného procesu, případně nahrazení nebo tvorba nového pracoviště. V současné době Průmyslu 4.0, kdy dochází k digitalizaci výroby a minimalizaci lidské práce se některá pracoviště nahrazují roboty.

„Roboty nacházejí uplatnění zejména v hromadné výrobě a představují významný prostředek pro zvýšení produktivity“

(Mařík, 2016, s. 52)

Obecně ve výrobních společnostech v České republice je problémem zavedení nové technologie s využitím robotů. Firmy mají malé zkušenosti s roboty a je pro ně nesnadné odhadnout výši nákladů, které se týkají jak zavedení této technologie, tak následného provozu. Pokud v technickém oddělení společnosti není zaměstnaný člověk, který umí roboty programovat, je nutné vytvořit pro tento účel novou pracovní pozici.

Nehledě na to, že specialistů, kteří se zabývají danou problematikou je na trhu práce málo.

(Mařík, 2016, s. 52)

Nicméně je otázkou, zdali je přednější usnadnění manuální práce dělníkům a nahrazení pracoviště robotem, či ponechat práci dělníkům ve výrobě a snažit se jim pracovní prostřední a danou činnost ulehčit jinými technickými možnostmi. Pro skládání polotovarů a jejich následný převoz mohou být využívány místo manuálních paletových vozíků elektrické vozíky, jejichž obsluha a následná manipulace s nimi je mnohem komfortnější a pro dělníka snadnější. Sníží se tak jeho únava z přepravy těžkých břemen a dlouhodobě se dá předcházet případným zdravotním potížím a úrazům.

2. Analytická část

Výroba vína zahrnuje velké množství procesů od příjmu hroznů po jeho expedici. Bakalářská práce se zabývá pouze jedním z procesů, a to lahvováním vína na lahvovací lince. V rámci analytické části jsou popsány procesy výroby vína, lahvovací linky a jsou analyzována naměřená data. Výsledkem analytické části je nalezení příčin nízkého využití lahvovací linky.

2.1. Výrobní program

Společnost se zabývá výrobou vína jak z vlastních vinic, tak z hroznů nakupovaných. Víno je následně prodáváno pod několika značkami, jak do supermarketů, tak soukromým osobám.

Vinařství má široké portfolio výrobků, které komplikuje výrobu. Vinařství vyrábí jak pod svou značkou Zámecké vinařství Bzenec, tak vyrábí víno pod dalšími značkami. Plnění vína je vždy stejný proces, ale odlišuje se typem vína a výrobkovou řadou. Pod těmito pojmy si představíme rozdílné tvary lahví, rozdílné etikety, jiný způsob uzávěru, a také jiné finální balení lahví.

Víno se plní do skleněných lahví objemu 0,7 litru, případně do lahví o objemu jeden litr. Pro láhve o objemu 0,7 litru jsou převážně používány korkové uzávěry, u nižších výrobových řad se využívají hliníkové šroubovací uzávěry. U lahví s objemem jeden litr se používají pouze hliníkové šroubovací uzávěry.

Mezi výrobky Zámeckého vinařství se řadí víno patřící do výrobové řady s názvem ZVB Collection, Collection 1508, Herbarium Moravicum, Morava Selection, řada vín nesoucí jméno Ego a další. Dalším vinařstvím spadajícím pod Zámecké vinařství je vinařství Mikrosvín Mikulov a.s, které nabízí známé řady vín Flower line a Traditional line.

Obrázky, které jsou uvedeny níže zobrazují typy lahví a ukazují různé výrobové řady, které společnost Zámecké vinařství Bzenec vyrábí. Některá níže uvedená vína jsou dostupná v běžných supermarketech, jiná jsou dostupná pouze ve vinotékách, na e-shopu Zámeckého vinařství anebo ve vinotéce, která patří přímo Zámeckému vinařství.



Obrázek 3: Řada vín Collection 1508 (zdroj: zameckevinarstvi.cz)



Obrázek 4: Řada vín Herbarium Moravicum (zdroj: zameckevinarstvi.cz)



Obrázek 5: Řada vín *Traditional line Mikrosvín Mikulov* (zdroj: zameckevinarstvi.cz)



Obrázek 6: Řada vín *Flower line Mikrosvín Mikulov* (zdroj: zameckevinarstvi.cz)

Výroba vína je relativně složitý proces, který obsahuje několik kroků k tomu, jak z hroznů dostat co nejkvalitnější a nejlepší víno, proto následně uvedu zjednodušený proces výroby vína od příjmu hroznů po konečné balení lahví do krabic k následné expedici.

2.2. Proces výroby vína

Celý proces začíná příjmem hroznů (vstupní suroviny). U procesu **mletí** se hrozny nasypou do mlýnku, který zbaví hrozny stopek (třapin) a na další zpracování jdou pouze bobulky společně se šťávou (moštem).

Macerace je technologický proces, při kterém se uvolňují látky obsažené ve slupkách do vinného moštu. Rmut (směs šťávy a rozdrcených bobulek) se promíchává, případně nechá volně.

Pro **lisování** se používají hydraulické tlakové lisy. Celková výlisnost je kolem 80%. Rmut se přečerpá do lisu, vylišuje a z lisu vytéká hroznová šťáva, která se čerpá do sudů.

Odkalení je proces, během kterého klesnou hrubé kaly a do dřevěných beček či nerezových nádob používaných ke kvašení jde čistý mošt. Mošt se může filtrovat, aby bylo z moštu odebráno co nejvíce nečistot.

Kvašení je proces, kdy se cukr obsažený ve šťávě přeměňuje na alkohol. Přidávají se kvasinky a výživa. Po dokvašení je víno zasířeno a stočeno. Během kvašení vzniká oblíbený burčák.

Čeření je proces, doba, kdy je víno čištěno. Zbavuje se zbytků kalů. Víno se čistí pomocí bentonitu a jiných přísad na přírodní bázi. Potom se víno nějakou dobu nechá zrát.

Zrání spočívá ve vyrovnávání kyselin, obsahu bílkovin a dalších chemických látek, které jsou ve vínu obsaženy. Různé typy sudů dodávají vínu chuť a vůni. Zrání vína dále probíhá v samotných láhvích. Distribuce vína probíhá v lahvích, které se lahvuji na lahvovací lince anebo se distribuují v nerezových tancích pouze do podnikových prodejen.

Před lahvováním musí být víno ošetřeno tak, aby se v lahvi znovu nerozkvasilo, popřípadě netrpělo jinou vadou, která by mohla narušit jeho kvalitu. Proti rozkvašení se používá síra jako stabilizátor.

2.3. Procesy na lahvovací lince

Tato část se již plně věnuje hlavnímu tématu této bakalářské práce, a to je optimalizace procesu na lahvovací lince. Lahvování, etiketace a balení zde probíhá pomocí strojů. Lahvování je plně automatizovaný proces, při kterém je vyžadováno minimum lidské práce. Ovšem pracovníci linky jsou zde potřební pro případné řešení poruch, které se během procesu mohou vyskytnout.

2.3.1. Výrobní portfolium

Následující tabulka č.2 uvádí procentuální využití strojů při různém druhu výroby. První způsob výroby je, že se láhev naplní, zakorkuje, osadí záklopkou, nalepí se etiketa a finálně se zabalí do kartonu a umístí do skladu. V tabulce je tento proces označen jako „Celý proces“.

Druhým způsobem je pouze naplnění lahví, zakorkování a následné umístění lahví do boxů po tři sta až pěti set kusech z důvodu až dvouleté archivace a následného zrání vína v lahvi. Skládání probíhá ručně a provádí ho obsluha lahvovací linky. Tento typ uskladňování vína se stoprocentně vyplatí u vína, které následně zraje zhruba dva roky a jehož prodejní cena je od tří set korun výš. Takové víno je v chuti a vůni na vyšší úrovni než víno, jehož prodejní cena je cca sto deset korun a „zraje“ tímto způsobem například tři až čtyři týdny. Procesy z pohledu lahvovací linky jsou úplně stejné jako u vína určeného na archivaci po dobu až dvou let, množství práce je vyšší, ale zisk je poté násobně nižší z důvodu vysokého množství vína uchovávaného na krátkou dobu, které má nízkou prodejní cenu. Proces je označen jako „Skládání polotovarů“.

Třetím typem je naopak vyskládávání vína z boxu na pás. Lahve projedou přes myčku, jsou osazeny záklopkou, nalepí se na ně etiketa a poté se lahve zabalí do kartonové krabice, krabice se umísťují na paletu a odváží se do skladu. Jsou tedy využity zbylé stroje, které nebyly využity ve druhém způsobu výroby. Proces je označen jako „Vyskládávání polotovarů“ V tomto typu výroby jsou vyskládávány

lahve, které byly uskladněny do skladu polotovarů. Jedná se o zmíněné archivní vína, v případě nedostatku kapacity skladu hotových výrobků vína nižších výrobních řad.

Tabulka 2: **Druhy práce** (vlastní zpracování)

Druh procesu	Počet využitých strojů	Využití linky v %
Celý proces	8	100
Skládání polotovarů	2	25
Vyskládávání polotovarů	6	75

Důvod, proč uvádím tuto tabulku je prostý. Při skládání nebo vyskládávání lahví se jedná o dvojitou práci. Je jasné, že u výroby vína, jehož cena má být tři sta korun a výš, je tento styl výroby nutný. U lahví, jejichž cena je kolem sto deseti korun je tento způsob dle mého názoru neekonomický a počet lahví vyrobených v hodnotě sto deseti korun je mnohem vyšší než počet lahví vyrobených v hodnotě tři set korun a více.

Je důležité zmínit, že pokud linka jede bez problému, zvládají stroje vyrobit cca 5000ks lahví za hodinu, na tuto hodnotu jsou nastaveny a výroba je plynulá. Provoz na lince probíhá ve dvou směnách vždy po 8 a půl hodině včetně obědové půlhodinové pauzy.

2.3.2. Pracoviště na lahvací lince

Lahvací linka obsahuje celkem 10 strojů.

- 1 – Depaletizátor – automatizovaně vyskládává lahve na pás
- 2 – Plnič – plní a uzavírá lahve
- 3 – Myčka – omývá a suší lahve
- 4 – Záklopkovačka – automatizovaně nasazuje termokapsle
- 5 – Etiketovačka – automatizovaně lepí etikety až na pět různých míst na láhvi – etiketa je zároveň samolepkou
- 6 – Etiketovačka – starší model, lepí etikety pomocí lepidla
- 7 – Balička – balí automatizovaně lahve do kartonových krabic po šesti lahvích

8 – Foliovačka – balí litrové lahve do folie

9 – Kartonovačka – automatizovaně skládá a lepí kartonové krabice

10 – Paletizátor – automatizovaně skládá kartony s lahvemi na paletu po určitém počtu, zabalí a posune na výdej a odvoz do skladu.

Lahvovací linka řešená v této práci začíná procesem plnění lahví a je ukončena procesem balení lahví do kartonů.

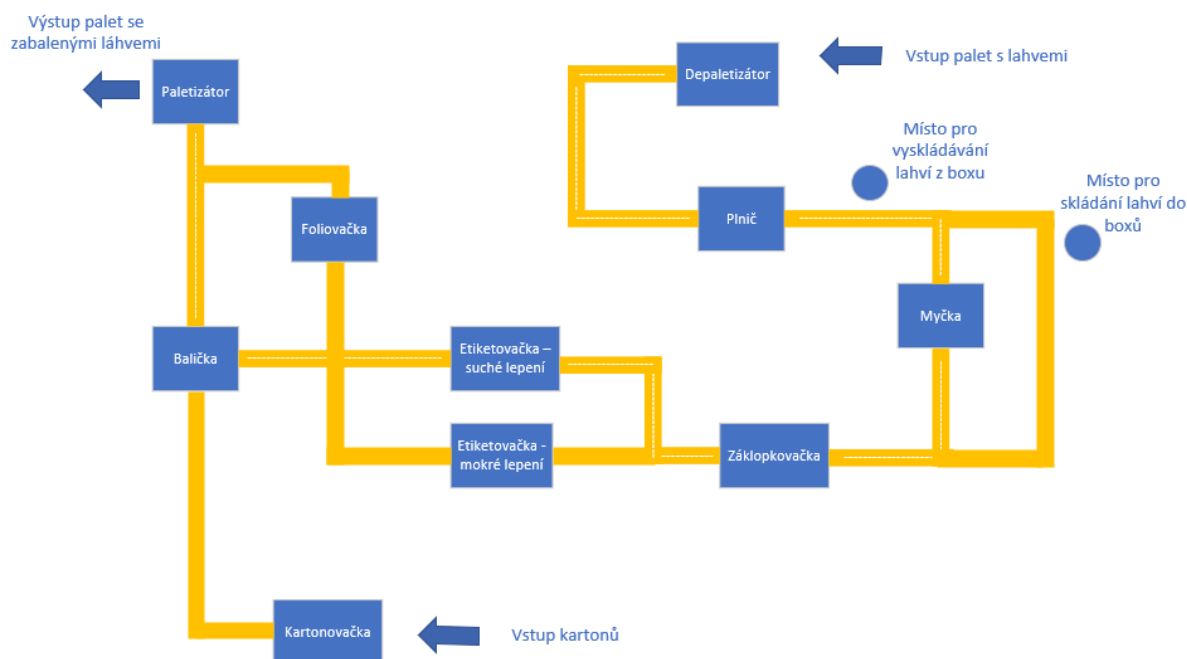
2.3.3. Výrobní postup na lahvovací lince

Lahvování začíná příjmem lahve do plniče. Zde je láhev vystříknuta vodou, poté naplněna dusíkem z důvodu dezinfekce. Dále se láhev přesouvá na samotné plnění a konečnou fází na plniči je korkování. Používají se buď klasické korky, popřípadě pro levnější výrobní řady hliníkové šroubovací uzávěry.

Láhev se z plniče přesouvá po pásovém dopravníku přes myčku a záklopkovačku na etiketaci. Etiketace probíhá dvěma způsoby. První, uzpůsobený pro levnější výrobky, funguje tak, že etiketa je lepena na láhev pomocí lepidla. Druhý způsob lepení je za použití etikety, která je zároveň samolepkou.

Z etiketovačky láhev putuje po dopravníku na baličku, kde robotická ruka vkládá lahve po osmnácti kusech do tří krabic najednou. Poté kartony s lahvemi pokračují po pásovém dopravníku na paletizátor, kde jsou kartony automaticky skládány a baleny na paletu.

2.3.4. Layout lahvovací linky



Obrázek 7: **Rozvržení lahvovací linky** (vlastní zpracování pomocí softwaru MS Visio)

Výše uvedené schéma lahvovací linky ukazuje rozložení jednotlivých strojů, pásové dopravníky, které jednotlivé stroje propojují a také vstup lahví, do kterých se víno plní a výstup již zabalených lahví do krabic. Schéma je nakresleno takto zjednodušeně pro pochopení, co se ve kterých místech linky odehrává. Bílé čárky značí nejčastější cestu, kterou se láhve plní a následně dále zpracovávají.

2.3.5. Druhy výrobků na lahvovací lince

Všechny typy lahví mají stejnou dobu zpracování kromě lahví určených pro výrokovou řadu Herbarium Moravicum. Tyto lahve jsou širší než ostatní používané lahve a je nutná přestavba lahvovací linky z důvodu jiného formátu lahve.

Lahvovací linka produkuje dva typy výrobků, a to pro přímou distribuci zákazníkům a pro archivaci. Víno pro distribuci je lahováno, baleno do kartonu po šesti kusech a dále baleno na paletu a expedováno zákazníkům. Víno určené na archivaci se skládá do

boxů po 300-500 kusech a odváží do skladu polotovarů. Toto víno se etiketuje v době, kdy dosahuje té nejvyšší kvality a může se prodávat.

2.4.Sběr dat

Pro zjištění příčin prostojů a nízkého využití lahvovací linky, bylo důležité zjistit jak dlouho a co konkrétního se odehrává na jednotlivých pracovištích. Bylo provedeno měření v jeden den po celou pracovní směnu. Bylo provedeno celkem 10 měření v náhodnou dobu. Pro zjištění času byla označena jedna konkrétní láhev a v každém stroji a jednotlivých dopravnících byl měřen čas, než se lahev dostala ze vstupu na linku až na její výstup.

První sloupec v tabulce č.3 značí pořadí měření. Ve druhém sloupci je vypsána doba zpracování v plniči. Třetí sloupec s označením dopravník značí dobu přesunu lahve z plniče do myčky. Dále se časové údaje a označení vedou ve stejném smyslu.

Uvedené časy jsou ve vteřinách a tučně zvýrazněná čísla značí medián pro dobu zpracování. Jsou výchozí hodnotou na jednotlivých strojích v modelu digitálního dvojčete. Výrazné časové rozdíly znázorněné podtržením jsou způsobeny zastavením lahvovací linky. Z tohoto faktu lze usoudit, že se linka opravdu potýká s problémy, které její chod ovlivňují. Jednotlivé problémy jsou rozepsány a vysvětleny níže.

Jednotlivá pracoviště linky a dopravníky jsou vyvážená, aby docházelo k plynulé výrobě. Pokud dojde například ke špatnému nájezdu (tzv. zaseknutí) láhve do stroje, který lepí etikety a stroj se zastaví, je linka osazena čidly, která předchozí pracoviště zastaví. Celý systém čidel je nastaven tak, že v myčce, kde by mohlo působením tepla dojít k problému, z daného stroje vyjedou všechny lahve a zastaví se před následujícím strojem. Tohle nastavení je provedeno z důvodu bezpečnosti. Aktuální hodinová kapacita linky je nastaven na 5000 lahví.

Tabulka 3: **Doba výroby** (vlastní zpracování)

Měření	Plnič	Dopravník	Myčka	Dopravník	Záklopkovačka	Dopravník	Etiketace	Dopravník	Balení
1	1:28	0:49	0:38	0:35	0:17	<u>0:56</u>	0:24	<u>1:35</u>	<u>2:30</u>
2	1:27	0:49	0:37	0:40	0:15	0:38	0:21	1:24	1:50
3	1:28	0:53	0:38	0:37	0:17	<u>3:50</u>	0:22	1:10	2:20
4	<u>6:37</u>	<u>2:40</u>	0:42	0:39	0:16	<u>2:20</u>	0:21	<u>3:48</u>	2:10
5	1:26	0:50	0:39	<u>1:52</u>	<u>1:07</u>	0:40	<u>2:40</u>	<u>1:46</u>	2:00
6	<u>3:20</u>	0:48	0:38	0:41	0:19	<u>0:59</u>	0:17	1:10	2:30
7	1:27	0:49	0:38	<u>3:05</u>	0:15	<u>2:34</u>	0:19	1:17	1:50
8	1:29	0:50	0:38	0:44	0:15	0:38	0:21	1:20	2:20
9	1:27	0:50	0:38	<u>0:50</u>	0:13	<u>1:05</u>	0:20	<u>1:35</u>	2:10
10	<u>2:34</u>	0:49	0:39	<u>0:46</u>	<u>11:30</u>	<u>1:45</u>	0:20	1:10	2:00
medián	1:26	0:48	0:37	0:35	0:13	0:38	0:17	1:10	1:50

2.5.Časový snímek

Pro upřesnění a celkový přehled o situaci na lince byl vypracován časový snímek. Úkolem tohoto snímku je popsat celou pracovní směnu od příchodu prvního zaměstnance na linku až do odchodu posledního zaměstnance ze směny. Popis pracovního dne spočíval v zaznamenání každé události a zjištění důvodu proč se linka zastavila, popřípadě proč jede pomaleji, než by měla. Časový snímek byl zpracováván v průběhu jednoho týdne od pondělí do pátku na ranní směně od 5:00 do 13:30.

Výsledkem časového snímku je přehled situací, událostí a příčin, které se celý týden vesměs opakovaly. Neočekávanou situací byla porucha motoru vývěvy v plniči. Láhve se plní pod podtlakem z důvodu, aby byly rychleji naplněné a stroj stíhal daných 5000ks lahví za hodinu. Důvody, které se opakovaly jsou popsány níže.

Časový snímek posloužil jako podklad pro zkoumání příčin poruch jednotlivých strojů a také názorně ukazuje zdržení, které nastává při změně sortimentu. Níže je uvedený časový snímek z jednoho dne, zbylé časové snímky jsou k nalezení v příloze této bakalářské práce.

Tabulka 4: **Časový snímek** (vlastní zpracování)

Čas			
Od	Do	Zdržení (min)	Důvod
5:00	5:30		Příprava linky
5:30			Spuštění depaletizace, kartonovačky
5:50			Nájezd lahví do plniče
6:15	6:33		Nájezd výroby
6:33	6:55	0:22	Linka jede pomalu, špatně se nalepují etikety
6:55	7:05		Plný rozjezd linky
7:05	7:28	0:23	Zastavení linky skrz špatné lepení etiket
7:20			Vyjela první paleta z paletizátoru

7:28	8:48		Plynulý chod
8:48	8:51	0:03	Korkovačka neuvolňuje korky
8:51	9:10		Plynulý chod
9:10	9:17	0:07	Zastavení z důvodu prasklé lahve v záklopkovače
9:17	9:30		Plynulý chod
9:30	9:42	0:12	Korkovačka neuvolňuje korky
9:42	11:10		Plynulý chod
11:10			Dojezd výroby
11:30	12:17		Nájezd dalšího sortimentu, plynulý nájezd
12:17	12:23	0:06	Po výměně kotouče špatně tiskne tiskárna
12:23	12:45		Plynulý chod
12:45	13:00	0:15	Utržený pás etiket
13:00	13:10		Plynulý chod
13:10	13:20	0:10	Oprava štítkovače - netiskl a nelepil štítky
13:30			Konec první směny

Výše uvedený časový snímek (tabulka č.4) se týká středy 9.12.2020. Tento den dosahovalo zdržení skrz poruchy 1 hodinu a 38 minut. Celková denní vytiženost linky vypočtená z čistého času provozu linky byla 76,6%. Pro výpočet vytiženosti jsem vycházel z faktu, že je interně stanovený a domluvený rozjezd linky v 6:00. První zaměstnanec přichází na linku již v 5:00 a končí po 8,5 hodinové směně ve 13:30. Do tohoto času je započtena i obědová pauza v délce 0,5 hodiny. Čistá doba provozu lahvací linky je rovných 7 hodin. Jelikož ranní směna předává pracoviště v plném provozu druhé směně, nedochází při předání k žádné časové prodlevě.

Časový snímek z jednoho týdne je vytržený z kontextu úplné produktivity linky. Tento snímek slouží hlavně ke zjištění toho, proč se stroje zastavují a jaké reálné problémy se na lince odehrávají.

2.5.1. Celková týdenní produktivita

Časový snímek provedený na lahvovací lince se týkal celého týdne, níže je tabulka č.5 s celkovou vypočtenou vytížeností podle časového zdržení linky. Pro výpočet vycházíme z toho, že linka by měla nepřetržitě pracovat 420 minut, tj. 7 hodin.

Tabulka 5: *Týdenní vytížení linky (vlastní zpracování)*

Den	Zdržení v minutách	Vytížení
Pondělí	60	85,7%
Úterý	117	72,1%
Středa	98	76,6%
Čtvrtek	186	55,7%
Pátek	164	60,9%

Celkové týdenní vytížení linky počítané podle zdržení provozu linky je 70,2%

Čtvrteční denní vytížení linky bylo ovlivněno výpadkem motoru vývěvy v plniči. Stroj nejel na plný výkon, poté byl úplně odstaven z provozu a vymýšlel se náhradní program výroby.

2.6. Příčiny nízkého využití výrobní linky

V rámci měření na lahvovací lince bylo pozorováno několik typů příčin.

Chod lahvovací linky ovlivňují dvě skupiny faktorů. Jsou to faktory vnitřní a vnější.

Vnější faktor je ten, který nemůže být přímo ovlivněn v průběhu přípravy výroby a na identifikaci problému se většinou přijde až v průběhu, nebo těsně před začátkem procesu lahvování. Můžou to být nekvalitní lahve, korky, kartony, celkově materiál, který je dodáván externími firmami.

Vnitřní faktory jsou ty, které jsou přímo ovlivnitelné ve firmě. Dají se eliminovat a jejich eliminací by nedocházelo ke zpoždění, popřípadě zastavení ostatních procesů, které na sebe navazují. Jedná se zejména o údržbu a plánování výroby.

2.6.1. Změna sortimentu

Jedním z faktorů ovlivňujících denní a celkovou produktivitu linky je změna sortimentu lahvování. Nejideálnějším plánem výroby je ten, který počítá na den s jedním typem vína, s jednou etiketou a jedním typem lahve. Linka je ráno nastavena pro daný typ lahve, je nezbytné nachystat etikety, záklopyk-termokapsle (používají se různé barvy), nastavit balící linku na daný typ kartonů, daný sortiment atd. Celý tento proces, tak aby byl nastaven kvalitně, zabere kolem 60 minut. Tato příprava probíhá ráno a pouze jednou denně. Změna sortimentu a celkové zdržení je největší, pokud se vyndávají lahve z boxu. Etiketují se šarže průměrně po 4000 lahvích. Nastavení etiketovačky a záklopkovačky zabere kolem 20 minut. V případě, že je naplánováno vyhazování z boxů, vyhazuje se například 5 až 6 druhů vína za celý den. Celkové zdržení činní kolem 100 – 120 minut. V tomto případě se jedná z 50% o vína v hodnotě kolem 110Kč. Tato vína by měla, dle mého názoru, být rovnou zabalena a expedována do skladu hotových výrobků a do boxů by neměla vůbec přicházet.

2.6.2. Archivace vín

Další ztrátou produktivity je pouze plnění a následné skládání lahví do boxů určených k archivaci. Později se musí lahve vyskládat na pás. Tento proces bohužel není automatizovaný, je vykonáván manuálně. Jak již bylo zmíněno, pokud se jedná o víno určené k archivaci, je tento postup v pořádku a nezbytný, pokud se jedná o vína nižších výrobních řad, je dle mého názoru tento postup špatný. Vyskládání 25000 lahví zabere kolem 9 hodin práce, práce je náročná z pohledu ergonomie, a i fyzické zátěže. Pracovníci na lince musí s boxy, které váží kolem 500 kg pohybovat manuálními paletovými vozíky. Dochází tak k fyzické únavě zaměstnanců a v případě manipulace s takto těžkým břemenem roste riziko úrazu.

2.6.3. Kartony

Dalším shledaným problémem je roztržení kartonové krabice při jejím skládání. Krabice jsou skládány strojově. Kartony jsou nakupované od externího dodavatele. Často se stává, že karton je nekvalitně slepen od výrobce a při lepení a skládání během procesu balení se roztrhne a uvízne ve stroji. Vyndání jednoho kartonu a spuštění stroje je

otázkou cca 20 vteřin. Pokud po sobě následuje více vadných kartonů, zpoždění se násobí. Každý stroj na lince pracuje s technologickou zásobou. Jiné to není u skládání kartonů a následného balení. Je ovšem problém, pokud po sobě následuje více vadných kartonů, stroj stojí například 10 minut a obsluha nestíhá skládat kartony manuálně, zabývá se opravou stroje. Linka je osazena čidly, které v případě zastavení jednoho stroje zastaví další stroj. Takto se dokáže v případě poruchy konečného stroje zastavit celá linka. Následné rozjetí linky z úplného zastavení do plného pracovního tempa zabere necelých 7 minut.

Tyto problémy na sebe navazují a mají mezi sebou spojitost. Největší časové a tím pádem i finanční ztráty jsou při velkém počtu různých šarží lahví, které je naplánováno na etiketaci. V tomto případě, by se vyplatilo rozšíření nebo úprava skladovacích prostorů tak, aby kartonové krabice, ve kterých je víno nižší výrobkové řady určené k dřívější konzumaci, nezvlhly a neztratily svou pevnost. Víno z nižší výrobkové řady by mělo procházet rovnou celým procesem výroby na lahvovací lince a do polotovarů (boxů) by se mělo dostat v co nejmenším, ideálně nulovém množství.

3. Návrhová část

V návrhové části se bakalářská práce zabývá tvorbou optimalizačního modelu. Cílem je maximalizace výrobní kapacity. Návrh řešení vychází z vytvořeného modelu lahvovací linky a experimenty s ním. Model využívá technologie digitálních dvojčat, přesněji production digital twin. Tvorba a optimalizace procesu je provedena podle Metodiky simulačního projektu uvedené v kapitole 1.4.1.

3.1. Tvorba optimalizačního modelu

V programu Witness Horizon bylo vytvořeno digitální dvojče výrobní linky, ve kterém je možné nastavit doby práce na jednotlivých strojích, nasimulovat poruchy v různých časových intervalech na jednotlivých strojích a tím zjistit hodinovou produktivitu linky.

3.1.1. Sběr dat z lahvovací linky

Linka obsahuje celkem 10 strojů, které jsou nezbytné pro celkové zajištění výroby. V modelu digitálního dvojčete je bráno v potaz pouze 6 strojů. Jsou to tyto stroje: plnič, myčka, záklopkovačka, etiketovačka, balička a kartonovačka. Každý ze strojů má danou kapacitu a tím pádem omezené množství vyrobených lahví za danou dobu. Pro simulaci v programu Witness Horizon jsem si stanovil zkušební dobu provozu 7 hodin. Za tuto dobu se spolehlivě projeví všechny poruchy a vady, které jsem zmiňoval jako příčiny, proč lahvovací linka plně nevyužívá svůj potenciál.

Kapacity využívaných strojů jsou uvedeny v následující tabulce. Již několikrát bylo zmíněno, že lahvovací linka je nastavena na výrobu 5000 lahví za hodinu i když by linka mohla mít vyšší produktivitu. Kapacitou je myšleno, kolik lahví se nachází v daný moment ve stroji. Doba zpracování je počítána od momentu, kdy láhev vjela do stroje do momentu, kdy z něj vyjela.

Tabulka 6: **Doba zpracování – stroje** (vlastní zpracování)

Stroj	Kapacita (ks)	Doba zpracování (s)
Plnič	89	86
Myčka	50	37
Záklopkovačka	12	13
Etiketovačka	23	17
Balička	18	4
Kartonovačka	1	3

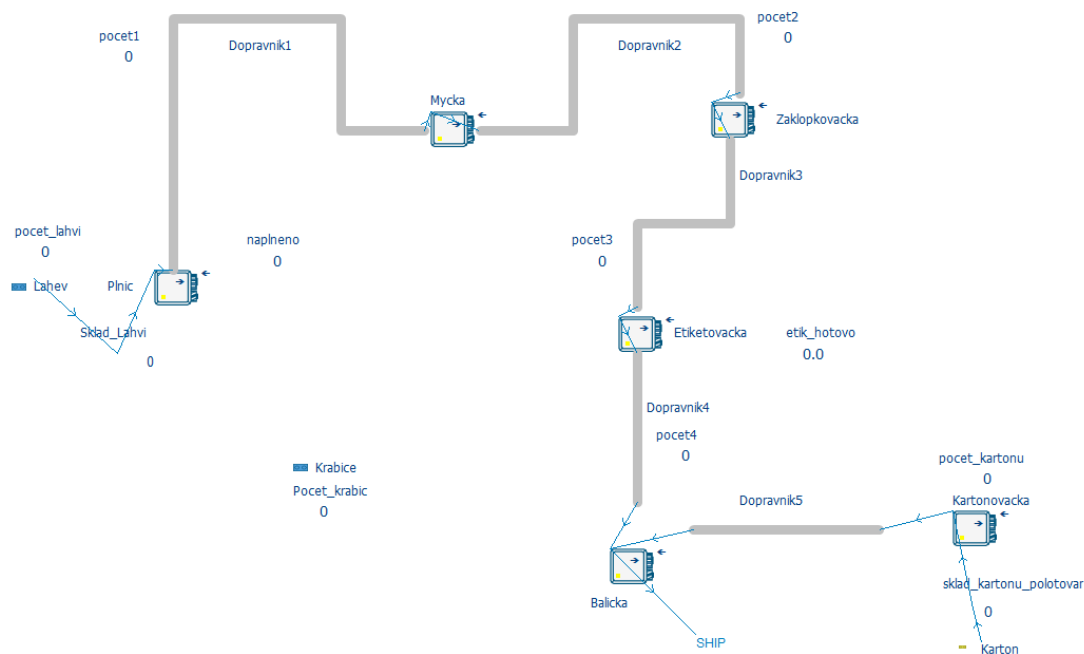
Tabulka 7: **Rychlosti dopravníků** (vlastní zpracování)

Číslo dopravníku	Kapacita (ks)	Rychlost (m/s)
1	80	0,125
2	60	0,125
3	70	0,125
4	80	0,33
5	25	0,125

3.1.2. Tvorba konceptu počítačového modelu lahvovací linky

Digitální dvojče výrobní linky je znázorněno v níže uvedeném obrázku. Model obsahuje celkem 6 strojů, stroje jsou nastaveny na typ Single, pouze stroj „Balička“ je nastavený na typ Assembly z důvodu, že vkládá lahve do krabic a tvoří „hotový výrobek“.

V modelu je dále nadefinováno 5 dopravníků, 2 sklady typu Buffer a dvě součástky typu Part, jedna z nich je lahev, druhá kartonová krabice. Obrázek vyobrazuje model v základním pohledu před spuštěním simulace.



Obrázek 8: **Model výrobní linky** (vlastní zpracování za pomoci softwaru Witness Horizon)

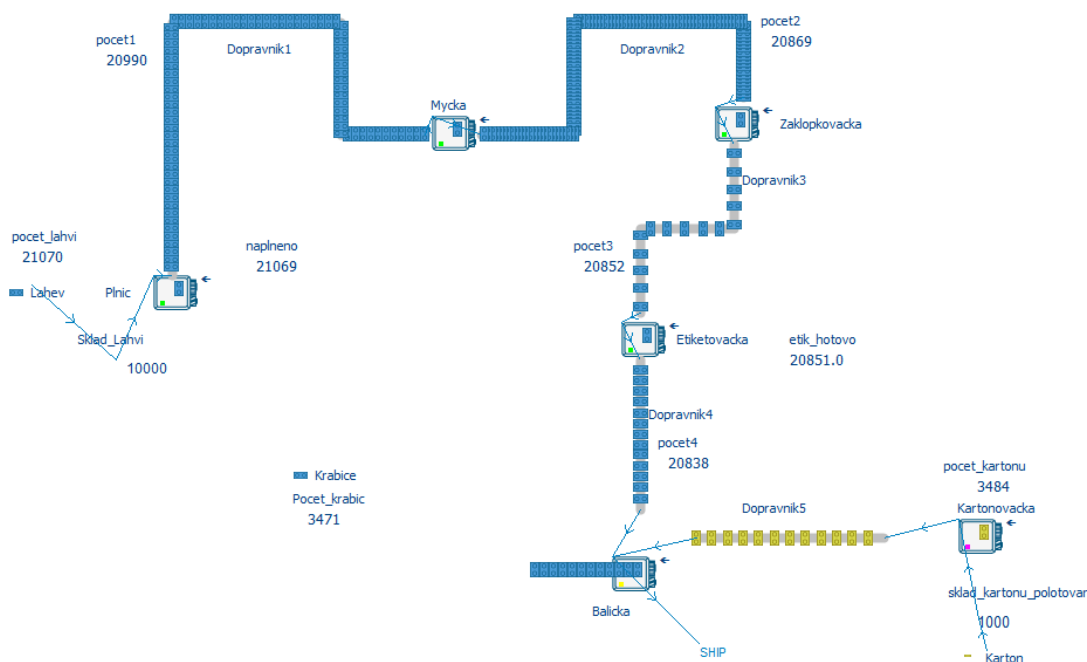
Sestavení modelu probíhalo v několika etapách. Nejdříve jsem sestavil koncept modelu, ve kterém jsem stroje rozmístil a určil způsob jakým budou fungovat. Následovalo přidání dopravníků a jejich propojení se stroji. Třetí etapou bylo zadání vstupních parametrů, které určují délku zpracování výrobku v každém stroji. Ve čtvrté fázi jsem se zabýval rozjezdem linky a ověřoval, zda každý stroj dělá to, co má a napodobuje reálné fungování linky.

Pátou fází sestavení modelu bylo definování poruch. Každý stroj se potýká s problémy. Problémy jsou dvojího typu. Buďto se jedná o technický stav stroje, kdy dojde k problému mechanického typu. Stroj se zasekne, popřípadě poklesne jeho výkon. V druhém případě se jedná o chybu materiálu, se kterým stroj pracuje. Poruchy a délky oprav jsou definovány u jednotlivých strojů v různých délkách a intervalech. V šesté fázi jsem přidal a nastavil počítadla pro jednotlivé stroje a dopravníky z důvodu zjištění počtu hotových výrobků v daný moment.

3.1.3. Tvorba počítačového modelu

Po sestavení modelu a definování parametrů, se kterými model pracuje jsem začal simulovat výrobu na lahvovací lince. Model digitálního dvojčete simuloval průběh procesu výroby po dobu sedmi hodin. Délku sedmi hodin jsem zvolil z toho důvodu, protože skutečná doba provozu linky během jedné pracovní směny je rovněž sedm hodin.

V níže uvedeném obrázku č.9 se linka nachází ve stavu po sedmi hodinách provozu. Za tu dobu bylo naplněno celkem 21069 lahví a bylo zabaleno 3471 kartonů. Z toho vyplývá, že za sedm hodin je linka schopna zabalit 20826 lahví s průměrnou hodinovou produkcí 2975 lahví. Níže se nachází obrázek stavu linky na konci sedmihodinové provozní doby.



Obrázek 9: *Stav linky na konci výrobního procesu* (vlastní zpracování za pomoci softwaru Witness Horizon)

Doba, po kterou simulace probíhala a počet naplněných lahví přibližně odpovídá skutečnosti, která se na lahvovací lince odehrává. Z výše uvedeného obrázku si lze všimnout, že před záklopkovačkou se tvoří fronta lahví. Tento jev upozorňuje na to, že

záklpkočka je slabým místem výrobního procesu a omezuje plynulost chodu lahvovací linky.

Ze simulace získáváme data, která podávají informace o využití jednotlivých strojů. Tato data jsou prezentována v níže uvedené tabulce č.8. Jedná se o údaje týkající se aktivního provozu, prostoje, blokování výrobkem a poruchy. Aktivní provoz je stav, kdy je stroj v plynulém provozu a vyrábí. Prostoj je stav, kdy stroj stojí a nevykonává žádnou činnost, ve většině případů čeká na příjezd výrobků nebo vstupního materiálu. Blokování výrobkem nastává tehdy, když výrobky čekají před strojem a fronta výrobků dosahuje k předchozímu stroji. Předchozí stroj nemá kam pouštět výrobky, zablokuje se a nevykonává žádnou činnost. Porucha je stav, kdy je stroj nečinný a čeká na opravu. Konkrétní poruchou může být roztrhlá kartonová krabice, která ve stroji uvázne a musí být vyndána zaměstnancem linky, popřípadě seřizovačem.

Tabulka 8: Statistika strojů před optimalizací (vlastní zpracování)

Stroj	Aktivní provoz %	Prostoj%	Blokování %	Porucha%
Plnič	80,79	0	14,45	4,76
Myčka	61,63	7,07	31,30	0
Záklpkočka	89,71	1,85	4,16	4,29
Etiketovačka	61,16	31,7	0	7,14
Kartonovačka	41,48	0	57,1	1,43
Balička	18,37	81,63	0	0

V současném stavu jsou všechny stroje nastaveny na zpracování 5000 lahví za hodinu. Průměrná hodinová produkce se pohybuje kolem 3000 lahví. Nízká produktivita je způsobena nedokonalým vyvážením strojů, a také zapříčiněna poruchami, kterými stroje trpí. Z tabulky vidíme, že nejaktivnějším strojem je právě zmíněná záklpkočka. Ovšem nejvíce blokováným strojem je myčka, a to právě z důvodu nedostatečné kapacity záklpkočky. V optimalizaci procesu se zaměřím hlavně na záklpkočku.

Stroje nepracují na maximální možný výkon. Pokud by všechny stroje pracovaly na plný výkon, z dlouhodobého hlediska by se více opotřebovávaly. Nicméně, práce všech strojů na plný výkon by měla negativní dopad na plynulost výroby. Pásové dopravníky a navazující stroje by se přepínaly a čekaly na výrobky, nebo byly zahlceny a nestíhaly by výrobky zpracovávat.

Zastavení strojů, zejména kartonovačky, která skládá a lepí krabice, je z devadesáti pěti procent způsobené špatně vyrobenými kartonovými krabicemi, které společnost nakupuje. S podobným problémem se potýká etiketovačka, která lepí etikety na lahve. Některé etikety se bez zjevné příčiny začnou lepit křivě a při nalepení vznikají pod etiketou vzduchové bubliny. Stroj přitom nalepí například pět set etiket zcela bezchybně a kvalitně a následných cca. třicet etiket nalepí s výše zmíněnou chybou. Třicátá první etiketa je již nalepena bezchybně a celý proces pokračuje dále.

Je důležité zmínit, že tento model a jeho optimalizace počítá s výrobou pouze jedné výrobní řady. Pokud by se v jednom dni vyrábělo vícero výrobních řad, přestavba linky zabere cca 30 minut a využití strojů by bylo za jednu směnu nižší. Pokud stroje v aktuálním nastavení a seřízení zpracují 2975 lahví za hodinu, při změně sortimentu by byla situace přibližně následující.

Tabulka 9: Změna produktivity závislá na počtu přestaveb lahvovací linky (vlastní zpracování)

Počet změn sortimentu během jedné směny	Počet vyrobených lahví za hodinu (ks)	Počet vyrobených lahví za 7 hodin, jednu směnu (ks)	Produktivita (%)
Nula – bez změny	2975	20825	100
Jedna změna	2762	19337	92
Dvě změny	2550	17850	85
Tři změny	2337	16362	78

3.1.4. Ověření modelu s reálným provozem linky

Při ohledu na týdenní využití strojů během týdne, kdy byl vytvářený časový snímek, považují simulaci za reálnou a vcelku odrážející skutečnost. Průměrné týdenní využití

strojů bylo 70%. Při stejné týdenní produktivitě by byl počet vyrobených lahví roven 3500 kusů. Do využití strojů není započítán čas, kdy se rozbíhala výroba. Při rozběhu výroby je produktivita přibližně na 50 % z důvodu, že je pečlivě zkoumána kvalita výroby a celá lahvací linka jede pomalu. Domnívám se, že množství vyrobených lahví, které určila simulace, lze považovat za důvěryhodné.

3.2.Návrhy řešení problému

Po zjištění problémů proběhlo jednání s vedoucími zaměstnanci, a s lidmi, kteří pracují na lahvací lince. Z těchto jednání byl sepsán závěrečný protokol, ze kterého vyplynuly důvody, proč linka nepracuje na plný výkon a proč se v průběhu výroby zastavuje.

1 – Stav strojů

Špatný technický stav strojů z důvodu absence preventivní údržby, oprav, starých strojů atd. Některé ze strojů mají nedostatečnou hodinovou kapacitu a při započtení poruch je tato kapacita ještě nižší.

2 – Používané materiály

Druhým důvodem je stav některých materiálů používaných při výrobě tzn. (etikety, kartony atd.) a neřešení tohoto stavu. Je potřeba si uvědomit že prostá reklamace nevyřeší daný problém, jen nahradí vyhozený karton, avšak nedojde k náhradě škody vzniklé nízkým výkonem linky.

3 – Technické vybavení

Je potřeba si také uvědomit, že nedokonalým technickým vybavením (el. vozíky, nevhodné klece) a to zejména při ruční práci (polotovary) jsou snižovány kvůli námaze zaměstnanců hodinové výkony.

4 – Plánování výroby

Je otázkou, zda lze či nelze v aktuální situaci zlepšit plánování lahvací výroby. V současné situaci, kdy poruchovost některých strojů v podstatě řídí výrobu, nelze toto plnohodnotně zkonstatovat.

Cílem pro optimalizaci je zvýšení hodinové produktivity a zvýšení využití strojů, které jsou na lahvací lince používány. Cílem je dosažení zvýšení těchto dvou metrik v rozumném poměru k dalším parametrům, které se při optimalizaci procesu mění.

3.3.Experimenty s modelem

Každý jednotlivý stroj na lince se potýká s technickými problémy. Nejdůležitějším strojem na lince je plnič, u kterého se vlivem času a dlouhodobého provozu projevují závady způsobené opotřebením. Údržba by měla dbát na pravidelný a preventivní servis strojů a technické problémy řešit efektivněji.

Změna by měla proběhnout v oblasti plánování výroby a to tak, aby se v jednom dni, pokud možno, střídalo co nejméně šarží výrobků a docházelo tak k co nejmenšímu zdržení s přestavbou linky. Nyní, vzhledem k technickým problémům, se výroba téměř plánuje operativně a podle toho, který ze strojů není mimo provoz.

Jedním a dle mého názoru zásadním a dobrým rozhodnutím je zvětšení skladů pro výrobu vína nižší výrobkové řady, a to z důvodu, aby víno co nejrychleji prošlo výrobním procesem a neukládalo se do boxů a skladu polotovarů. V tomto případě se ušetří lidská manuální práce a odpadne dvojité práce se skládáním lahví do boxu a následným vyskládáváním. Následně se do výrobního programu dají zařadit vína z jiných výrobkových řad a jiných šarží.

Rozšíření skladovacích prostor souvisí s chystáním a přípravou vína na lahvací ve sklepech. Sklep jako další oddělení spadající pod výrobu, má za úkol samotnou výrobu vína a také přípravu vína, které se následně čerpá na lahvací linku do nerezových nádob. Nádob je nyní celkem 5 o celkovém objemu 36000 litrů. Návrhem na zjednodušení přípravy vína na samotné lahvací, a i ulehčení následného umývání nádob je nákup jedné nádoby o objemu 9000 - 12000 litrů, která by nahradila menší staré nádoby. Před samotným lahvacím je odebrán vzorek z každého tanku a je odnesen do laboratoře na rozbor. Po přidání jednoho velkého tanku by se prováděl rozbor jednoho tanku, a ne například tří menších tanků.

Při optimalizaci výrobního procesu je hlavní prioritou zvýšení produktivity a maximalizace využití strojů. Pokud bychom se zaměřili na maximální možné hodinové využití strojů, kterého by se dalo docílit, zjistíme, že je proces omezen kapacitou

nejslabšího stroje. Maximální hodinové výkony strojů jsou uvedeny v následující tabulce č.10.

Tabulka 10: Maximální výrobní kapacity strojů (vlastní zpracování)

Název stroje	Maximální hodinový výkon (ks)
Plnič	10000
Myčka	7000
Záklopkovačka	6200
Etiketovačka	6000
Balička	8000
Kartonovačka	1450

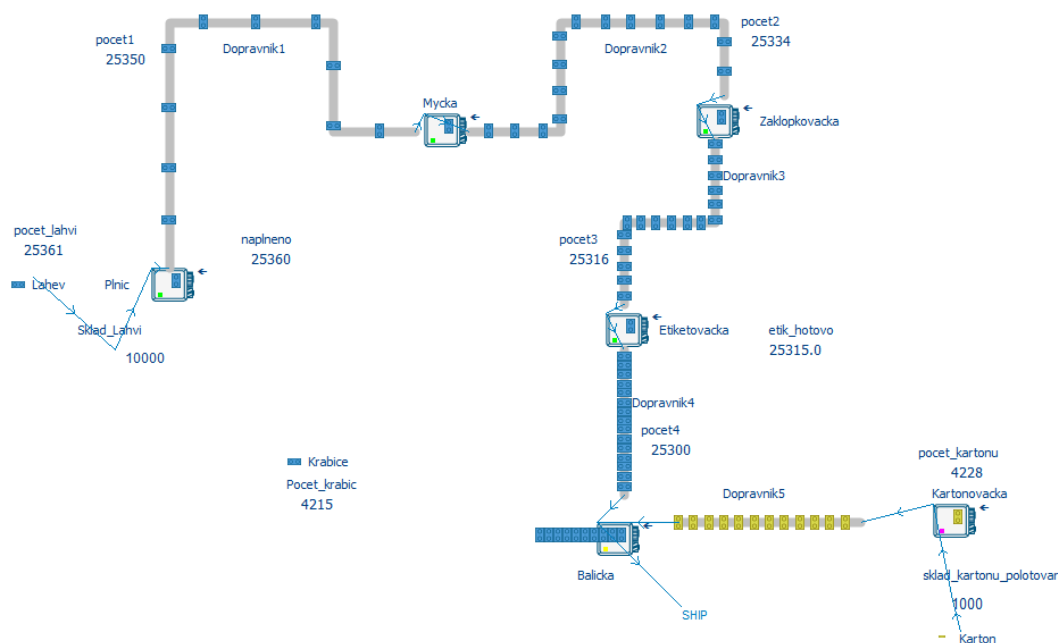
Pokud by měl proces lahvování být nastavený na maximum, byla by maximální hodinová produkce 6000 lahví z toho důvodu, že etiketovačka nezvládne zpracovat více než 6000 lahví za hodinu. Při zaměření se na proběhlou simulaci pomocí digitálního dvojčete výrobní linky, zjistíme, že slabý článek tvoří záklopkovačka. Maximální hodinová produkce etiketovačky může být až 6200 lahví. Z důvodu, že se tvoří fronta před záklopkovačkou, a je tím zapříčiněno blokování myčky a plniče, při modelování návrhu zvýším počet lahví, které záklopkovačka zpracuje. Zvýšení nesmí být na maximální počet, ale na takový, aby měl stroj malou procentuální výkonnostní rezervu a nepracoval stále na plný výkon.

3.3.1. Simulace procesu

V simulaci, která prošla experimentem, zůstalo nastavení rychlosti strojů stejné, jako v simulaci původního procesu. Jediné, co se změnilo, je doba zpracování výrobku u záklopkovačky. Doposud byla nastavena na 5000 lahví s časem zpracování 13 vteřin. V optimalizovaném procesu je záklopkovačka nastavena na 6000 lahví s časem zpracování 10,8 vteřiny z důvodu větší plynulosti procesu a předcházení blokace strojů, které se nachází před záklopkovačkou.

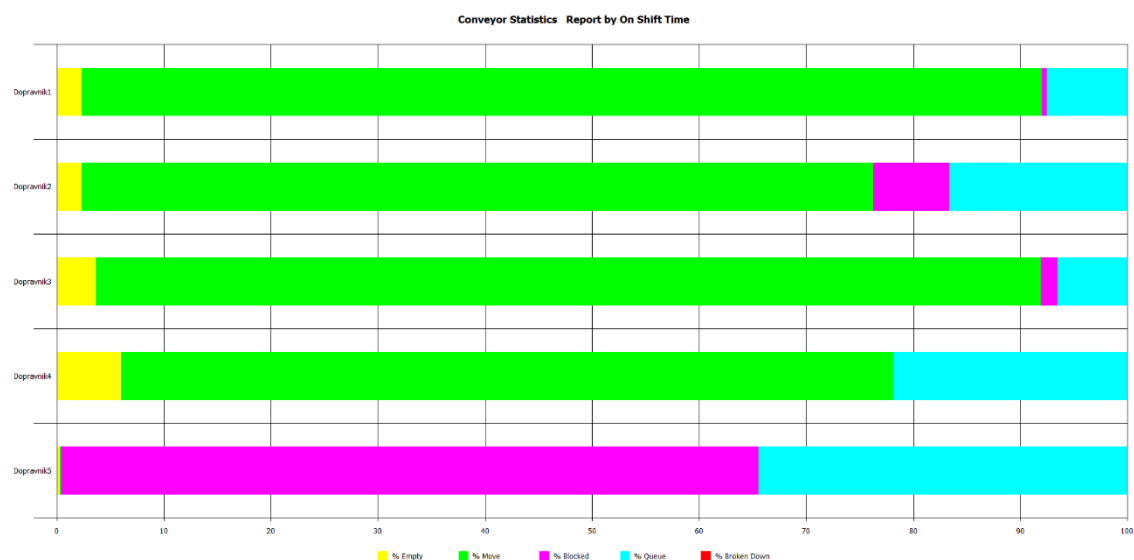
Další změnou, která byla provedena je změna četnosti poruch. Poruchy se doposud vyskytují průměrně jednou za hodinu s průměrnou délkou opravy tři minuty a čtyřicet pět vteřin na všech strojích. Předpokládáme, že po odstranění všech příčin, které způsobují zastavení linky, by se výskyt poruch snížil o 75 %. Odstraněním příčin je myšleno reklamování a úprava etiket, vyřešení trhajících se kartonů, ale také zlepšení technického stavu strojů a dalších příčin, které brzdí chod linky. Poruchy by se vyskytovaly průměrně jednou za 3 hodiny u všech strojů s průměrnou délkou opravy 3 minuty 45 vteřin. Tyto hodnoty jsou předpokládány z důvodu, že stroje se budou vždy potýkat s poruchami a oprava zabere stejnou dobu. Při snížení rizika výskytu poruchy, lze očekávat větší intervaly mezi poruchami.

Po průběhu první simulace optimalizovaného procesu se stav výrobní linky zlepšil. Simulace byla nastavena na dobu sedmi hodin. Za tuto dobu se naplnilo celkem 25360 lahví a bylo zabaleno celkem 25290 lahví do 4215 krabic. Produkce se zvýšila na 3612 lahví za hodinu.



Obrázek 10: Stav linky na konci výrobního procesu po optimalizaci (vlastní zpracování za pomoci softwaru Witness Horizon)

Na obrázku č.10 můžeme vidět, že fronta lahví před záklopkovačkou se značně zmenšila. Další situace, která se změnila je, že kvůli nahromaděným lahvím na pásovém dopravníku již není blokována myčka a plnič. Další změnou, kterou provedu v další simulaci bude navýšení rychlosti plniče. Dle mého názoru by mohl stroj pracovat na vyšší výkon. Důvodem je stav dopravníku, který není tak vytížený, jako ostatní dopravníky. Důkazem je statistika vytvořená programem Witness Horizon.



Obrázek 11: Statistika využití dopravníků po první optimalizaci (vlastní zpracování za použití softwaru Witness Horizon)

Ve výše uvedeném obrázku č.11 vidíme využití dopravníků. Žlutá barva značí, že je dopravník prázdný, zelená značí pohyb dopravníku, růžová značí blokaci dopravníku, světle modrá značí frontu a červená poruchy. Za dobu, po kterou jsem se pohyboval kolem lahvací linky, nedošlo ani jednou k poruše pásových dopravníků, proto poruchy nejsou u dopravníků modelovány a definovány. U dopravníku č.5 je vysoké procento, kdy je dopravník zablokovaný výrobky, jedná se však o kartonové krabice, do kterých jsou následně lahve vkládány. Na pásovém dopravníku vzniká technologická zásoba. Opak nastává u dopravníku č 1. Na tomto dopravníku se cca. z 90 % netvoří žádné fronty ani blokace. V druhé optimalizaci se zaměřím na zvýšení produktivity a rychlosti plniče, jehož maximální hodinová výrobní kapacita je až deset tisíc lahví za hodinu.

Zvýšení hodinové produktivity docílí vyšší hodinovou produktivitu, ale způsobí vyšší zatížení dalších strojů, které se budou potýkat s vyšším množstvím lahví, které

bude zapotřebí zpracovat. Zvýšení musí být v rozumném rozpětí a takové, aby nedocházelo k výrazné blokaci strojů. Prioritou je stále co nejvyšší produktivita i za cenu nízkého procenta blokace.

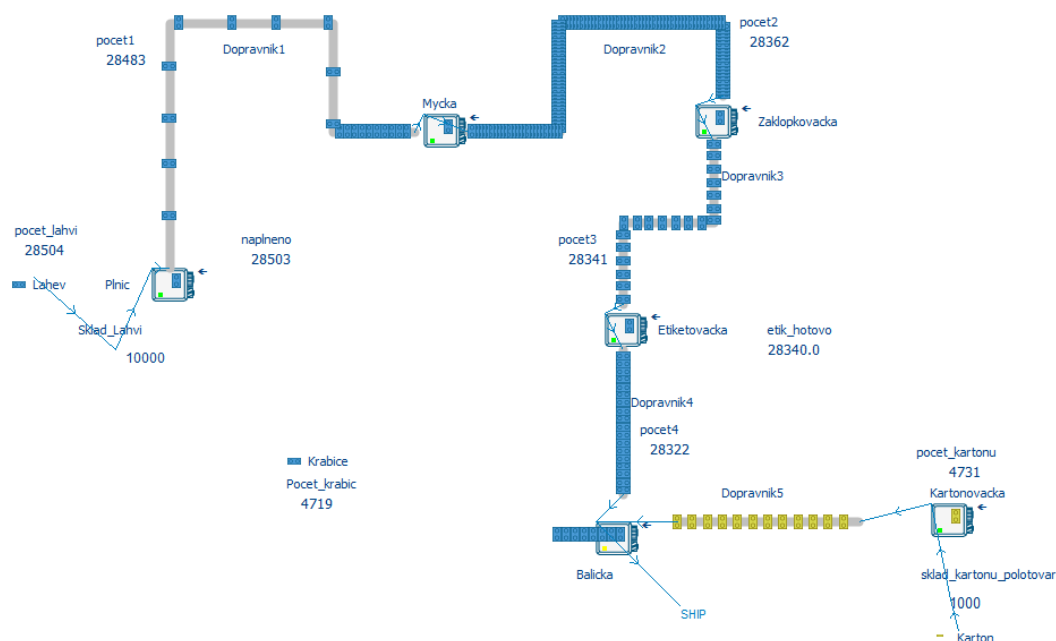
Tabulka 11: Využití strojů po první optimalizaci (vlastní zpracování)

Stroj	Aktivní provoz %	Prostoj%	Blokování %	Porucha%
Plnič	97,25	0	0,37	2,38
Myčka	74,44	23,85	1,72	0
Záklopkovačka	83,25	13,54	1,52	1,43
Etiketovačka	74,25	23,37	0	2,38
Kartonovačka	50,33	0	49,19	0,48
Balička	22,3	77,7	0	0

3.3.2. Opakování simulace

Druhý optimalizační scénář se týká pouze zvýšení hodinové produktivity plniče. Rychlost plniče zvyšují z důvodu zvýšení počtu vyrobených lahví. Ve velké míře záleží, jak se zvýšení produktivity projeví na zbylých strojích. Prioritou je vyšší produktivita, s ohledem na plynulý chod linky. Nemělo by docházet k vysokému procentu blokování strojů z důvodu přetížení. Rychlost plniče byla doposud nastavena na 5000 lahví s dobou zpracování 86 vteřin. Při druhém experimentu byla rychlost plniče nastavena na dobu zpracování 75,5 vteřiny s hodinovou kapacitou 5700 lahví.

Při tomto nastavení rychlosti plniče bylo dosaženo nízkého procenta blokace zbylých strojů v poměru s počtem vyrobených kusů. Při pokusech o zvýšení hodinové produktivity plniče na cca 6500 lahví za hodinu docházelo k vysokému procentu blokace strojů a hodinová produktivita nedosahovala požadovaného zvýšení. Chod linky je v tomto nastavení plynulý s malým procentem blokace a vysokou produktivitou.



Obrázek 12: Stav linky po druhé optimalizaci (vlastní zpracování pomocí softwaru Witness Horizon)

Počet zabalených lahví do kartonových krabic se po druhé optimalizaci zvýšil na 28314 lahví. Hodinová produktivita se zvýšila na 4044 lahví. Také se zvýšilo využití strojů a přes zvýšení výkonu plniče se nezvýšilo blokování strojů z důvodu přetížení výrobní linky.

Tabulka 12: Využití strojů po druhé optimalizaci (vlastní zpracování)

Stroj	Aktivní provoz (%)	Prostoj (%)	Blokování (%)	Porucha (%)
Plnič	95,95	0	2,86	1,19
Myčka	83,64	10,63	5,73	0
Záklopkovačka	93,5	2,62	2,45	1,43
Etiketovávka	83,13	13,3	0	3,57
Kartonovávka	56,33	0	42,72	0,95
Balička	24,97	75,03	0	0

3.4.Návrh na zlepšení

Tabulka 13: Porovnání aktivity strojů před optimalizací a po optimalizaci (vlastní zpracování)

Stroj	Aktivní provoz strojů před optimalizací (%)	Aktivní provoz strojů po optimalizaci (%)
Plnič	80,79	95,95
Myčka	61,63	83,64
Záklopkovačka	89,71	93,5
Etiketovačka	61,16	83,13
Kartonovačka	41,48	56,33
Balička	18,37	54,97

Průměrná hodinová produktivita původního nastavení procesu výroby byla 2975 lahví. Po provedené optimalizaci a snížení výskytu poruch se produktivita zvedla na 4044 lahví za hodinu. Celkově se hodinová produktivita oproti původnímu nastavení procesu zvýšila o 35,9 procenta. Zvýšilo se také procentuální využití strojů. Údaje lze porovnat v tabulce č.13. Při celkovém pohledu na počet vyrobených kusů je teoreticky linka nyní schopna naplnit a zabalit za dvě směny během jednoho dne celkem 56616 lahví. V původním procesu před optimalizací linka naplní a zabalí 41650 lahví za dvě směny během jednoho dne.

3.4.1. Shrnutí doporučení pro zvýšení produktivity výrobní linky

Pro zvýšení produktivity lahvací linky a po ověření návrhů pomocí simulačního programu Witness Horizon jsem dospěl k několika návrhům, které po jejich provedení zvýší celkovou produktivitu. Úzkým místem výrobní linky je záklopkovačka, která způsobuje zdržení celého procesu a nedochází k optimálnímu vyvážení strojů, které se na lahvací lince nacházejí.

Aby vůbec mohlo dojít ke zvýšení produktivity a celkovému využití strojů je nezbytné zajistit odstranění technických problémů se kterými se stroje potýkají. Problémy strojů jsou způsobeny jejich opotřebením a zanedbanou údržbou.

Komplikace při výrobě způsobují také materiály, které jsou nakupované a dodávané dodavateli. Problém s dodávanými materiály se týká kotoučů s etiketami a kartonových krabic. Kotouče mohou být málo napnuté a poté se etiketa lepí křivě. Tento problém je s největší pravděpodobností způsoben u výrobce etiket a musí se řešit přímo s ním. U kartonových krabic je problémem jejich nedokonalé slepení. Lepidlo zasahuje do míst, kam nemá, slepí krabici na místech, kde slepená být nemá a při skládání se kartonová krabice ve stroji roztrhne. Problém je nutné řešit s dodavatelem.

Při vyřešení technických problémů strojů a odstranění problémů, které způsobují používané materiály, může dojít ke zvýšení výkonu strojů umístěných na lahvovací lince. Zvýšení produktivity a výkonu se týká dvou strojů, a to záklopkovačky a plniče. Podstatné je zvýšení hodinového výkonu záklopkovačky k dosažení vyšší plynulosti chodu linky. Dále bych provedl zvýšení hodinové produktivity plniče. Zvýší se počet naplněných lahví a tím se zvýší hodinová produktivita a využití strojů na lahvovací lince. Linka dosáhne vyššího zatížení, produktivity a zvýší se plynulost chodu linky.

Zvýšení výrobní kapacity lahvovací linky vyřeší vyřazení uchovávání vín nižších výrobních řad v boxech a následně ve skladu polotovarů. Dle mého názoru by bylo dobrým řešením úprava a rozšíření skladovacích prostor tak, aby byla možnost uchovávat zabalené lahve s vínem nižší výrobní řady v kartonových krabicích na paletách. Vína, která se řadí do nižší výrobní řady by měla projít celým procesem na lahvovací lince a měla by přijít rovnou do skladu hotových výrobků. S tímto návrhem souvisí pořízení elektrických paletových vozíků, které ulehčí manipulaci s boxy. Při skládání lahví z pásu do boxů, případně při vyskládávání láhví na pás si mohou zaměstnanci přizpůsobit výšku boxu své postavě a ulehčit zádům při ohýbání a vyskládávání lahví z boxu na pás.

V ohledu na snížený výskyt poruch a následnou vyšší produktivitu by mělo být méně prostojů. Tento čas prostojů byl doposud využíván k balení dárkových sad. Tento proces není hlavní náplní lahvovací linky, ale v případě, že je poptávka po dárkovém balení, je tato činnost prováděna zaměstnanci lahvovací linky. Ve většině případů je prováděna, pokud se porouchá některý ze strojů a lahvovací linka je zastavena z důvodu delší opravy. S ohledem na to, že čas, který by se dal využít na balení dárkových sad vín bude značně omezený, bych v tomto případě navrhoval využít služby společnosti, která nabízí tzv. fulfillment. Společnost, která nabízí tuto službu vytvoří návrh obalu, zajistí

skladovací prostory, poté daný výrobek do dárkového obalu zabalí a následně se postará o expedici ke koncovým zákazníkům. V principu jde jen o dodání lahví do společnosti, která fulfillment nabízí. Otázkou zůstává cenová výhoda této služby.

3.5. Zhodnocení návrhu

Návrhy uvedené v kapitole 3.4 spočívají v úpravě procesů na lahvovací lince. Cílem návrhu je zvýšit produktivitu, snížit počet manipulací s boxy a ulehčit manuální práci zaměstnancům, kteří pracují na lahvovací lince. Výše nákladů, které by byly potřebné pro provedení těchto návrhů dosahují výše nákupní ceny nových paletovacích elektrických vozíků. Pro zhodnocení navrženého řešení bylo uvažováno s elektrickým vysokozdvížným paletovacím vozíkem typu HELI CDD1520J. Za jeden paletovací vozík se náklady pohybují ve výši 67 100 Kč bez DPH. Navržená úprava linky žádné náklady nevyžaduje, jedná se o systém vyvažování linky pomocí úpravy rychlosti strojů. Celkové investice do nákupu vozíku jsou 134 200 Kč bez DPH. Zásadní změnu, kterou optimalizace přinese bude zvýšení produktivity, která by měla být okolo 35% vyšší oproti původnímu nastavení procesu. Se zvýšením produktivity a při odstranění technických problémů lze očekávat nižší náklady na výrobu a lze očekávat větší schopnost rychlé reakce na vyšší poptávku po láhvích s vínem. Při průměrné prodejní ceně lahví v supermarketu 135 Kč a zvýšení hodinové produktivity lahvovací linky o 1069 lahví/hod bude návratnost investice při nákupu dvou paletovacích vozíků do půl roku.

4. Závěr

V této bakalářské práci jsem se zabýval optimalizací výrobního procesu na lahvovací lince. Linka se potýkala s technickými problémy, které zpomalovaly a případně zastavily výrobu. Ke zpracování a následné optimalizaci výrobního procesu byl využit model digitálního dvojčete, který jsem zpracoval v programu Witness Horizon.

V teoretické části jsem se zabýval procesy, jejich popisem a zlepšováním. Dalším tématem teoretické části bylo omezení plýtvání v návaznosti na principy Štíhlé výroby. Také jsem se zabýval tématem týkající se doby výroby z důvodu optimalizace času, který stráví láhev v procesu lahvování na lahvovací lince. Nejdůležitějším tématem teoretické části bylo zpracování metodiky simulačního procesu. Pomocí ní jsem následně zpracovával analytickou část.

Druhou částí bakalářské práce je analytická část, která se týká optimalizace výrobního procesu. Podkladem pro tuto část bylo vypracování časového snímku, který podrobně popisuje dění na lahvovací lince. Pomocí časového snímku byly odhaleny důvody a příčiny, proč se lahvovací linka v průběhu procesu zastavuje a proč je její produktivita a využití nižší, než by mohlo být. Po zpracování časového snímku jsem vytvořil již zmíněný model digitálních dvojčat. V modelu jsem nasimuloval výrobní proces, pomocí statistik z průběhu simulací následovala optimalizace celého procesu tak, aby byla produktivita co nejvyšší s ohledem na optimální využití strojů.

Také jsem se zabýval otázkou, která se týká ergonomie pracoviště a způsobu manipulace s výrobky s ohledem na nižší fyzickou namáhavost zaměstnanců a tím snížení jejich únavy.

Pokud se na lahvovací lince odstraní veškeré problémy, které byly zmíněny v této bakalářské práci, věřím tomu, že produktivita se zvýší. Pokud dojde i k ulehčení manuální práce zaměstnanců, práce se lahvovací lince se stane příjemnější a méně náročná.

Seznam použitých zdrojů

1. BANKS, Jerry. Discrete-event system simulation. 4th ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2005, xvi, 608 s. ISBN 0-13-144679-7.
2. JUROVÁ, Marie. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016, 254 s. ISBN 978-80-247-5717-9.
3. MAŘÍK, Vladimír. Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku. Praha: Management Press, 2016, 262 s. ISBN 978-80-7261-440-0.
4. VARJAN, Matuš. Využití simulačního modelování v technologickém projektování. In: ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE [online]. Brno, 2012 [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/img/opory/ht1_technologicke_projektovani_vyuziti_simulacniho_modelovani_varjan.pdf
5. TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. Praha: Grada, 2014, 366 s. ISBN 978-80-247-4486-5.
6. Interní materiály společnosti Zámecké vinařství Bzenec s.r.o
7. Digitální dvojčata: Technologický trend pro nejbližší budoucnost [online]. [cit. 2021-02-23]. Dostupné z: <https://www.csas.cz/cs/firmy/articles/digitalni-dvojcata>
8. Digitální dvojče [online]. [cit. 2021-04-06]. Dostupné z: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/cz/our-story/glossary/digital-twin/24465>

9. TOMAN, Pavel. Digitální dvojčata mění plánování [online]. 2019 [cit. 2021-03-17].
Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-66607370-digitalni-dvojcata-meni-planovani>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Trojimperativ úspěšnosti organizace (vlastní zpracování, zdroj: M. Jurová a kol., 2016, s.67).....	3
Obrázek 2: Diagram metodiky simulace (vlastní zpracování pomocí softwaru Bizagi, Banks J., 2005, s. 13).....	16
Obrázek 3: Řada vín Collection 1508 (zdroj: zameckevinarstvi.cz)	22
Obrázek 4: Řada vín Herbarium Moravicum (zdroj: zameckevinarstvi.cz)	22
Obrázek 5: Řada vín Traditional line Mikrovín Mikulov (zdroj: zameckevinarstvi.cz).....	23
Obrázek 6: Řada vín Flower line Mikrovín Mikulov (zdroj: zameckevinarstvi.cz) .	23
Obrázek 7: Rozvržení lahvovací linky (vlastní zpracování pomocí softwaru MS Visio)	28
Obrázek 8: Model výrobní linky (vlastní zpracování za pomoci softwaru Witness Horizon)	38
Obrázek 9: Stav linky na konci výrobního procesu (vlastní zpracování za pomoci softwaru Witness Horizon)	39
Obrázek 10: Stav linky na konci výrobního procesu po optimalizaci (vlastní zpracování za pomoci softwaru Witness Horizon)	45
Obrázek 11: Statistika využití dopravníků po první optimalizaci (vlastní zpracování za použití softwaru Witness Horizon)	46
Obrázek 12: Stav linky po druhé optimalizaci (vlastní zpracování pomocí softwaru Witness Horizon)	48

Seznam tabulek

Tabulka 1: Sedm druhů ztrát (2016, Jurová M. a kol., s. 88)	8
Tabulka 2: Druhy práce (vlastní zpracování).....	26
Tabulka 3: Doba výroby (vlastní zpracování)	30
Tabulka 4: Časový snímek (vlastní zpracování).....	31
Tabulka 5: Týdenní vytížení linky (vlastní zpracování)	33
Tabulka 6: Doba zpracování – stroje (vlastní zpracování).....	37
Tabulka 7: Rychlosti dopravníků (vlastní zpracování)	37
Tabulka 8: Statistika strojů před optimalizací (vlastní zpracování)	40
Tabulka 9: Změna produktivity závislá na počtu přestaveb lahvací linky (vlastní zpracování).....	41
Tabulka 10: Maximální výrobní kapacity strojů (vlastní zpracování)	44
Tabulka 11: Využití strojů po první optimalizaci (vlastní zpracování)	47
Tabulka 12: Využití strojů po druhé optimalizaci (vlastní zpracování)	48
Tabulka 13: Porovnání aktivity strojů před optimalizací a po optimalizaci (vlastní zpracování).....	49

Přílohy

Časový snímek - pondělí – 7.12.2020

Čas			
Od	Do	Zdržení	Důvod
5:30	6:20	0:50	Porucha depaletizátoru
6:03			
7:05	7:10	0:05	Zaseknutá foliovačka na výjezdu
7:30	8:00	0:30	Změna sortimentu
8:00			Nájezd nového sortimentu
9:55	10:10	0:15	Porucha počítače, který tiskne paletizační lístky
10:20	10:50		Pauza na oběd
10:50	10:55	0:05	Rozjezd linky po pauze
11:40	11:45	0:05	Porucha plniče

Časový snímek - úterý - 8.12.2020

Čas			
Od	Do	Zdržení	Důvod
5:40			Nájezd linky - SG ZVB Collection
5:50	6:55		Spuštění výroby - plynulé
6:55			Dojezd výroby
7:00	7:20	0:20	Výměna etiket a záklopek skrz změnu sortimentu, seřízení
7:25			Rozjezd výroby - plynulý - Pálava
7:25	7:34		Chod linky

7:34	8:06	0:32	Porucha etiketovačky, špatné lepení medailí
8:06	9:05		Chod linky
9:05	9:10		Dojezd výroby - Pálava
9:10	9:30	0:20	Výměna etiket a záklopek skrz změnu sortimentu, seřízení
9:32	10:32		Rozjezd výroby, plynulý chod- Tramín červený
10:32	11:02		Obědová pauza
11:10			Rozjezd linky - RV
11:10	11:30		Chod linky
11:30	11:35	0:05	Vadné kartony
11:35	12:00		Chod linky
12:00			Dojezd výroby RV
12:00	12:15	0:15	Výměna etiket a záklopek skrz změnu sortimentu, seřízení
12:15	13:15		Chod linky - SG
13:15			Dokončení výroby (etiketace)
13:15	13:40	0:25	Výměna etiket a záklopek skrz změnu sortimentu, seřízení
13:40	13:50		Nájezd výroby, seřizování
13:50			Plynulý chod

Časový snímek – čtvrtek - 10.12.2020

Čas			
Od	Do	Zdržení	Důvod
5:40			Nájezd lahví do plniče
5:50			Nájezd výroby
6:03	6:25		Rozjezd výroby, plynulý chod
6:25	6:30	0:05	Zaseknutá láhev na záklopkovače
6:30	6:55		Plynulý chod
6:55	7:01	0:06	Výměna etiket, doba než se linka dostane do plynulého chodu
7:01	9:04		Plynulý chod
8:45			Zpráva, že není nachystané víno ze sklepa na další plnění
9:04	9:35	0:31	Plnič neplní na plný výkon, plní se samospádem
9:35			Dojezd výroby RB CB
9:43			Konec výroby
9:45	10:15		Pauza
10:15	12:08	1:53	Chystání jiné výroby skrz poruchu plniče
12:08	12:34		Nájezd a plná výroba RB EGO
12:43	12:54	0:11	Nájezd výroby RV EGO
12:54	13:25		Plynulý chod
13:25	13:45	0:20	Chystání linky RB+RŠ+CHA EGO

Časový snímek – pátek – 11.12.2020

Čas			
Od	Do	Zdržení	Důvod
6:04			Nájezd lahví před plnič
6:07			Nájezd lahví do plniče
6:20			Nájezd výroby
6:30	6:48		Plynulý chod výroby
6:48	6:52	0:04	Nalepené etikety jsou skrčené
6:52	7:10		Plynulý chod výroby
7:10	7:20	0:10	Zastavený plnič z důvodu opravy vývěvy
7:20	7:38		Plynulý chod výroby
7:38	7:42	0:04	Křivé lepení etiket
7:42	7:50		Plynulý chod výroby
7:50	8:14	0:24	Křivé lepení etiket
8:14	8:36		Plynulý chod výroby
8:36	10:30	0:57	Plnič přestal plnit
10:30	10:43	0:13	Dojezd výroby
10:43			Konec výroby RV FL Mikrosvín
10:43	11:46	0:33	Pauza + Chystání linky na další druh vína, RV Donawitz
11:46	12:05	0:19	Porucha depaletizátoru, špatně najetá paleta 120x100
12:05	13:50		Plynulý chod výroby
13:50			Konec výroby RV Donawitz